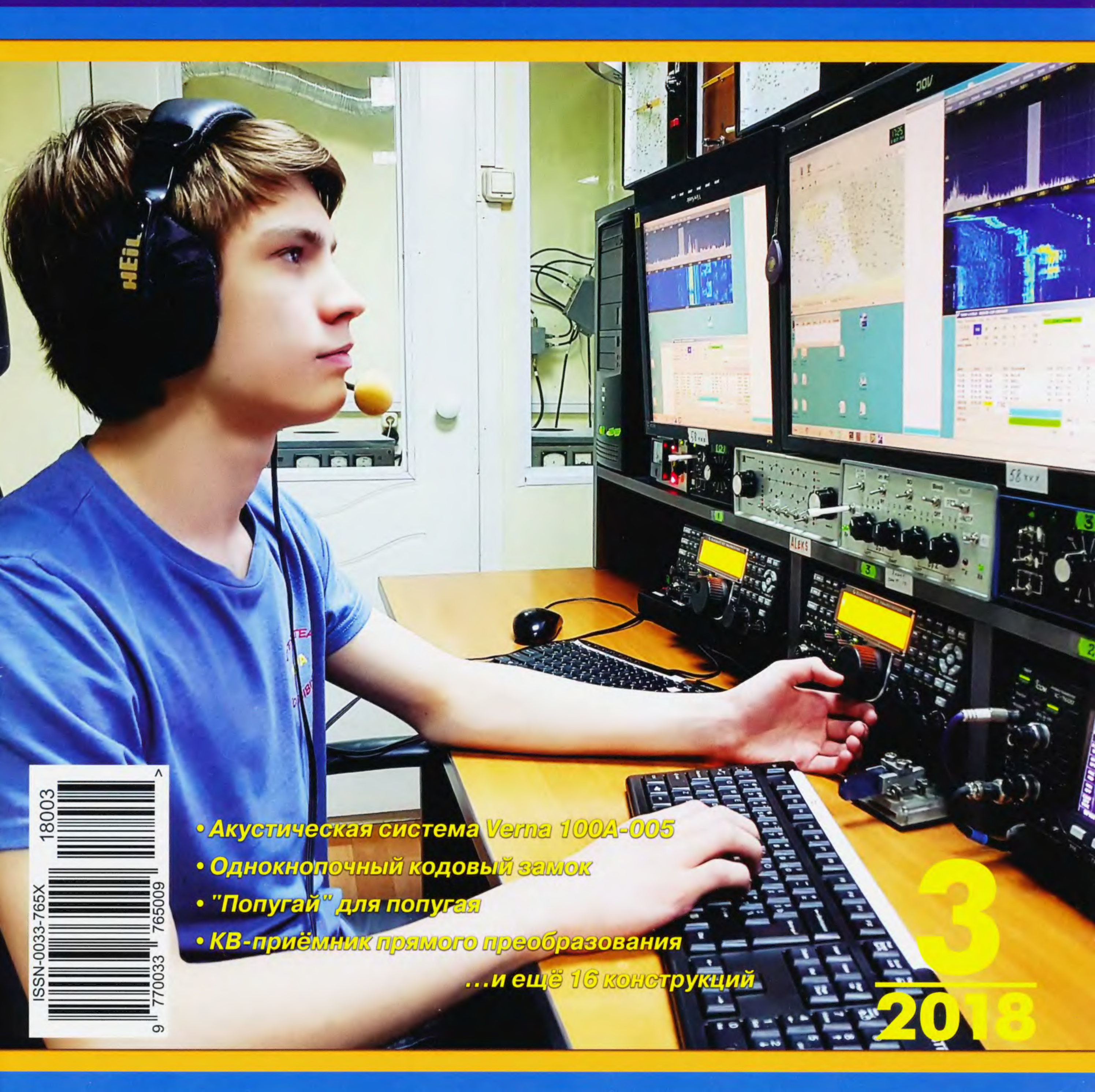
www.radio.ru

3 • 2018

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



Очень холодно... и тебя постоянно кто-то хочет съесть!

Елена АГЕНТОВА, Михаил КУТЮМОВ (UA1QV), г. Вологда

(см. статью на с. 49)



Команда RI1F.



Монтаж УКВ-антенн.



Полярная станция.

Фото Артёма Русина (UA9KAM).

НОВЫЕ ПОРТАТИВНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ-МУЛЬТИМЕТРЫ СЕРИИ ADS-4000

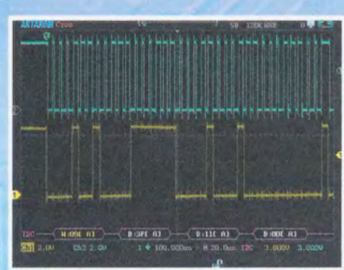


АКТАКОМ



@aktakom

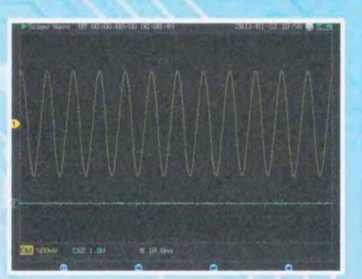
- ✓ 3 прибора в одном
- ✓ Непревзойдённая скорость захвата осциллограмм
- ✓ Русскоязычный интерфейс
- ✓ Изолированные каналы



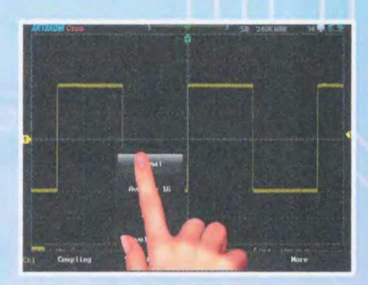
UART/RS232, LIN, CAN, SPI, I²C, MIL-STD-1553B, ARINC429

Декодирование последовательных шин





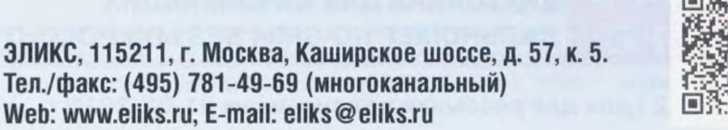
Регистратор данных



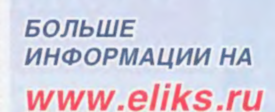
Сенсорный дисплей

	ADS-4072/ADS-4112/ADS-4152/ADS-4202	ADS-4122/ADS-4222	ADS-4132/ADS-4232/ADS-4132D/ADS-4232D
Функция осциллографа			
Количество каналов	2	2 изолированных	
Полоса пропускания	70 МГц/100 МГц/150 МГц/200 МГц	100 МГц/200 МГц	
Макс. дискретизация	1 Гвыб/с		
Макс. память	240K точек		
Скорость захвата	н/д	> 50 000 осц/с	> 190 000 осц/с
Тип запуска	фронт, импульс, видео, логика, по последовательной шине (UART/RS-232, LIN, CAN, SPI, I²C, MIL-STD-1553B, ARINC429)		
Декодирование посл. шин	–		для моделей с индексом D
Функция мультиметра			
Измерение	постоянное и переменное напряжение и ток, сопротивление, ёмкость		
	–		температура, отн. влажность, давление (внешний датчик)
Функция регистратора			
Режимы	осциллограф, мультиметр, запись формы		





ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА **www.eliks.ru**

С праздником Весны!

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Егор Морозов (R9PA) — победитель соревнований среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" в группе SINGLE-OP (радиостанция с одним участником в возрасте до 19 лет, все диапазоны) (см. статью на с. 47).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

СТЕРЕОЗАПИСЬ С ВСЕНАПРАВЛЕННЫМИ МИКРОФОНАМИ
КОНВЕРТЕР АВИАЦИОННОГО ДИАПАЗОНА
ВИКТОРИНА ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ
ДАЛЬНОМЕР HC-SR04 БЕЗ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Тираж журнала «Радио» № 2 сдан для рассылки подписчикам 01.02.2018 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 16.02.2018 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 18-02-00177.

Вот оно, наконец-то свершилось, и мир телекома не просто вышел в область ИТ, наступив туда одной "ногой", но только что перенёс на сторону ИТ и вторую "ногу", завершив процесс собственной коренной (и, разумеется, цифровой) трансформации. Связано это с реализацией концепции SD-WAN (Software-Defined Wide Area Network — программно-определяемая глобальная обширная сеть). Одни говорят, что история уже известных читателям журнала программно-определяемых сетей (SDN — Software Defined Networks) захватывающая, но короткая. Другие ведут отсчёт концепции SDN с более "древних" времён.

Действительно, с одной стороны, концепция SDN впервые была выдвинута лишь в 2005 г. профессором Стэнфордского университета (США) Ником Маккеноном. Её суть сводилась к разделению уровня управления сетью с непосредственно сетевыми устройствами, занимающимися организацией передачи трафика. В большинстве используемых доселе сетевых устройств данные функции разделялись лишь формально и выполнялись одним и тем же устройством, а это неизбежно вело к потерям производительности. В новой концепции функции управления было предложено взять на себя отдельному контроллеру, и это был важный шаг к централизации сетей в условиях стремительно развивающихся децентрализованных пакетных интернет-технологий. А в целом предлагалось провести черту между алгоритмами выработки решений о том, куда и какие пакеты пересылать (control plane), и алгоритмами реализации этих решений (data/forwarding plane) для приложений верхнего уровня предоставляются интерфейсы прикладного программирования API (Application Programming Interface). Таким образом, ввод новых услуг в сети ускоряется и облегчается. При подобной логике достаточно один раз установить правила обслуживания трафика или алгоритм работы сети для того или иного приложения, и тогда можно будет одним кликом мышки активировать настройки на всех сетевых узлах, не особо обращая внимание на количество сетевых объектов — все необходимые изменения во всех узлах произойдут автоматически. Помимо всего прочего, это позволяет существенно снизить и вероятность возникновения ошибок, вызванных человеческим фактором.

С другой стороны, как справедливо указывают специалисты, в концепции централизованного управления сетью нет ничего нового. Пятнадцать лет назад похожую трансформацию переживали сети телефонной связи, когда управление от отдельных АТС было передано программным коммутаторам (SoftSwitch). Учитывая тогдашнюю стремительную цифровизацию телефонных сетей, нетрудно увидеть в концепции SoftSwitch (позднее перешедшей к своей второй, мультисервисной, стадии IMS — IP Multimedia Platform) предпосылки создания будущих SDN. Выгоды такого централизованного управления были быстро оценены телефонистами: меньшая стоимость оборудования и ПО в расчёте на узел сети; более простое управление; возможность лёгкого запуска дополнительных сервисов одновременно на всей сети. Ну, что же, это нисколько не умаляет заслуг Н. Маккенона в умении выделить нужный тренд и развить его в глобальном масштабе и позволит взглянуть совсем по-иному на весь мир телекома.

Чтобы проверить жизнеспособность концепции, Н. Маккенон и его единомышленники из Университета Беркли разработали прототипы контроллера и коммутатора и, основав в 2006 г. стартап Nicira, перевели на архитектуру SDN кампус Стэнфордского университета. Компания VMware, лидер рынка виртуализации серверов, увидела в SDN подходящее средство виртуализации корпоративных сетей и пробрела Nicira за 1,26 млрд долл. США, что лишь в пять раз дешевле, чем стоил мобильный бизнес Nokia при его покупке компанией Microsoft.

Что же касается телекома, то, как рассказывал Н. Маккенон во время своего визита в Москву, поначалу его проект был встречен производителями телекоммуникационного оборудования в штыки. К примеру, в штаб-квартире Cisco ему долго доказывали, что предложенная им сетевая архитектура принципиально неработоспособна, поэтому заниматься ею бессмысленно. А вот в крупных ИТ-компаниях, вроде Microsoft, его поддержали. Впрочем, новые идеи заставили производителей телекоммуникационного оборудования по-иному взглянуть на себя самих. К примеру, жизненный цикл разработки такого оборудования

SD-WAN — ведущая партия в программно-определяемом "оркестре"

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Программный конь идёт на смену железной лошадке".

(Неильф, Непетров "Цифровой телёнок")

составляет около трёх лет, а срок разработки какого-либо усовершенствования в ПО — один месяц. Отделив аппаратную и программную части продукта друг от друга, можно не только его быстрее разрабатывать, но и оперативно получать обратную связь от потребителей и опять же быстро на неё реагировать. В итоге получается качественно новый уровень управления ИКТ-инфраструктурой на программном уровне, причём срок исполнения вновь возникающих задач может реализовываться минимальными силами за минимальное время. К примеру, современные маршрутизаторы обладают богатой функциональностью (которая, кстати, во многом определяет их немалую стоимость). Вот только использовать большинство функций, как правило, не удаётся. Чем масштабнее сеть, чем больше различных узлов, тем сложнее конфигурация сетевого оборудования и обеспечение её согласованности. Отсюда естественным образом следуют два эмпирических факта — чем больше узлов, тем проще настройки и чем сложнее настройки, тем реже они меняются. В то же время гибкая адаптация сети, необходимая для поддержки разнообразных сервисов, требует как сложных настроек, так и быстрого их изменения.

Новая парадигма отдельной работы "железа" с программной частью решений оказалась достаточно удобной и эффективной для open-source разработчиков, и к 2009 г. технологией SDN уже интересовались не только учёные, но и бизнес. Сверхуспешная продажа Nicira, сделавшая её основателей мультимиллионерами, изрядно повысила интерес к технологии SDN и стала катализатором серии покупок крупными компаниями-поставщиками, вроде Cisco и Juniper, стартапов, занимающихся SDN. Вскоре к ним присоединились Ericsson, Huawei, Nokia и др., включая крупнейших операторов связи, вроде AT&T, заинтересованных в появлении универсальных абонентских устройств, работающих с SDN.

В целом появление и развитие концепции SDN называют завершающей фазой длительного периода усилий, направленных на то, чтобы сделать сети программируемыми или окончательно превратить телекоммуникационные сети в компьютерные. Начало этому процессу положила модернизация сетей связи с помощью технологии пакетной коммутации. В целом же SDN — это архитектурный каркас для создания сетей внутри сети с заранее определёнными параметрами и конфигурацией. Теперь наступило время конкретных решений для участников рынка, и SDN уже довольно широко используется в облачных решениях в рамках виртуализации сетей и даже целой ИКТ-инфраструктуры.

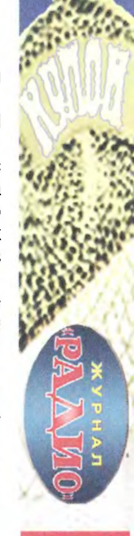
Отдельной частью концепции SDN является концепция виртуализации сетевых функций (NFV — Network Function Virtualization), о которой также упоминалось на страницах журнала, когда вместо физических сетевых устройств можно разместить на серверах ЦОДа (центра обработки данных) их виртуальные (программные) реализации (SoftSwitch, IMS, коммутаторы, маршрутизаторы и т. п.), что гораздо дешевле реального "железа", которое ещё надо где-то размещать, обеспечивать электропитание и пр. Собственно, что представляет из себя современное (цифровое) сетевое оборудование связи? Это компьютер со специализированным ПО, выполняющим некие функции над проходящим через него трафиком. Идея NFV была предложена Европейским институтом телекоммуникационных стандартов (ETSI) в 2012 г. Вполне логично, что занимающаяся развитием SDN международная организация Open Networking Foundation (куда входят многие участники ИКТ-рынка) пересмотрела модель SDN, заменив физический контроллер на виртуальный узел. По всему получается, что SDN — один из первых прообразов "цифрового" предприятия в области телекоммуникаций со всеми вытекающими из него преимуществами цифровой трансформации.

Основной особенностью архитектуры NFV для оператора связи является возможность так называемой оркестрации услуг или, иначе, выделения виртуальных ресурсов тем или иным услугам по запросу. При этом достигается наиболее оптимальное использование ресурсов оборудования: серверов, узлов хранения и сети. Для этого в архитектуре NFV предусмотрен так называемый компонент администрирования и оркестрации MANO (Management and Orchestration), который является важнейшей частью концепции NFV. Процесс оркестрации услуг в чём-то похож на монтажёра кинофильма, склеивающего плёнку (или цифровые файлы) отснятых сцен, формируя эпизоды и фильм в целом. Сцены могут быть сняты в произвольном порядке, нередко окончание снимается раньше, чем начало, так же и набор виртуальных сетевых функций NFV может быть произвольным. Оркестратор NFV генерирует, обслуживает и прекращает работу сетевых сервисов (функций) VNF (Virtual Network Function), а также инициирует создание законченной услуги из многих VNF.

Одной из конечных реализаций SDN является решение SD-WAN для территориально распределённых сетей. Оно предназначено для операторов связи и корпоративных заказчиков с большим количеством филиалов (ритейл, банки, транспортные и логистические компании). Конкретно для операторов — это возможность эффективно (полностью на программном уровне) расширять перечень предоставляемых услуг и сервисов. Для бизнеса — возможность эффективно управлять филиальной корпоративной сетью. Собственно, SD-WAN — это частный подход, реализующий внедрение публичного Интернета (включая и мобильный Интернет через сети 4G/LTE) поверх существующих WAN-сетей. Кстати, SD-WAN ещё называют гибридным WAN, что более точно отражает суть построения такой сети.

SD-WAN позволяет максимально автоматизировать формирование виртуальной корпоративной VPN-сети с необходимым уровнем шифрования информации и передачей трафика по любым типам подключённых каналов связи. В основе SD-WAN (как и предусмотрено концепцией SDN) находится виртуальный контроллер (оркестратор), который самостоятельно и автоматически управляет всеми устройствами доступа, расположенными в узлах WAN-сети (в филиалах или удалённых офисах). Он позволяет централизованно изменять настройки сетевого оборудования в филиальной сети за счёт использования шаблонов конфигураций, отслеживать состояние сети, загрузку и качество работы каналов, а также оперативно обнаруживать неполадки, которые возникают в каналах связи, и реагировать на них. На контроллере задаются правила и политики для различных классов трафика, параметры безопасности, качества обслуживания и другие характеристики. С помощью контроллера можно осуществлять мониторинг за состоянием сети в реальном времени и в автоматическом режиме изменять топологию сети в зависимости от текущей загрузки каналов связи, а также использовать полученные данные для анализа.

Управление трафиком в сети SD-WAN осуществляется на уровне приложений. Под каждое приложение определяется, как он будет направляться, балансироваться и обрабатываться в каналах связи. В этом заключается принципи-





альное отличие технологии SD-WAN от методов управления в традиционных сетях.

Главным преимуществом технологии SD-WAN является оптимизация используемых каналов связи, что также сокращает затраты на их аренду. Благодаря использованию алгоритмов распознавания трафика приложений и интеллектуального распределения потоков данных, можно использовать несколько проводных интернет-каналов, а в качестве резервного — 3G или 4G/LTE, при этом полностью отказаться от дорогих бизнес-приложений, работающих по специально выделенным для них каналам с целью поддержки высокого качества. Система SD-WAN сама анализирует качество связи, и если происходит её деградация и она перестаёт удовлетворять требованиям, предъявляемым бизнес-приложением, принимается решение о перенаправлении трафика данного сервиса в другой доступный канал. В концепцию SD-WAN изначально была заложена поддержка каналов L3VPN, Интернет, LTE и др. Во-первых, это удобно с точки зрения мониторинга, и администратор сети видит на панели управления контроллера актуальное состояние всех каналов вне зависимости от их типа. Но и это не самое большое преимущество. Стоимость интернет-каналов постоянно снижается, а доступная полоса пропускания увеличивается. Сейчас за ту же цену можно арендовать канал с пропускной способностью в 10 раз больше, чем 10 лет назад, и зачастую по качеству он не будет уступать выделенному L3VPN, для которого оператор предоставляет гарантированный уровень обслуживания. Поэтому с появлением SD-WAN стали возможны отказ от аренды дорогих каналов L3VPN и использование интернет-каналов от разных провайдеров с сохранением необходимого качества обслуживания.

В целом для реализации SD-WAN можно применять существующие широко известные технологии и протоколы, такие как DMVPN (Dynamic Multipoint VPN — виртуальная частная сеть с возможностью динамического создания туннелей между узлами), PfR (Performance Routing — интеллектуальное управление трафиком), BGP (Border Gateway Protocol — протокол граничных роутеров), EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol — усовершенствованный внутренний шлюзовой протокол маршрутизации), NBAR (Network-Based Application Recognition — технология, позволяющая классифицировать TCP/UDP-трафик по используемым портам), WAAS (Wide Area Application Services — устранение ограничений по производительности, вызванных ограничениями пропускной способности).

Технология SD-WAN имеет много новых функций, крайне интересных для компаний-операторов связи, использование которых в сценарии сетей WAN может сильно сократить операционные расходы (капитальные расходы за счёт виртуальности также превратились в операционные) и повысить эффективность. Гибкость, масштабируемость и простота внедрения дают весомые преимущества перед традиционными выделенными глобальными сетями или другими технологиями VPN.

Не секрет, что традиционные WAN-сети могут обладать многими преимуществами по скорости передачи, надёжности и устойчивости, но всё это за счёт высокой стоимости организации (прокладка кабеля — от 150 до 500 руб. за метр) и относительно больших сроков реализации (от недели до нескольких месяцев). Более экономичный вариант — виртуальная частная сеть (VPN) точка-точка между двумя объектами через сеть Интернет — становится крайне неудобным при попытке связать и как-то управляться с большим количеством удалённых филиалов.

В свою очередь, SD-WAN может работать поверх любых каналов связи и фактически абстрагирует технологии маршрутизации, безопасности и физические устройства, создавая логическое подключение, в котором можно как угодно управлять трафиком, гарантировать доставку пакетов, балансировать нагрузку и оптимизировать загрузку каналов связи. Для использования SD-WAN нет необходимости наполнять стойку дорогостоящим сетевым оборудованием, как правило, необходимы лишь небольшие SD-WAN-устройства, коммутаторы доступа или беспроводные точки доступа. Сеть на базе SD-WAN не только легко развернуть, но ею также легко управлять, осуществлять поиск и устранение неисправностей за счёт наличия контроллера, который берёт эти задачи на себя. За счёт агрегации нескольких каналов достигается высокая отказоустойчивость, неисправность можно устранять в рабочем порядке без падения производительности или отключения каких-либо сервисов. Ещё одно преимущество SD-WAN — применение виртуализированных WAN, которые позволяют легко сегментировать пользователей внутри этой сети. Раньше это было невозможно сделать без использования DMVPN поверх существующей WAN-сети. Теперь же SD-WAN позволяет предоставить такую услугу клиентам, которые хотят изолировать трафик от ЦОДа до подключённых к WAN филиалов.

Разумеется, у SD-WAN есть и минусы. Прежде всего, это использование Интернета для передачи данных. Ни одна агрегация нескольких интернет-соединений не сможет обеспечить такой же уровень надёжности и безопасности, как выделенная линия. К тому же оборудование SD-WAN принимает только Ethernet-соединения, исключая некоторые схемы подключения. Ещё одним, самым существенным недостатком было то, что решения разных поставщиков SD-WAN были несовместимы, что существенно ограничивало их использование и замену. Впрочем, последний недостаток, похоже, преодолён, и участники программы создания SD-WAN уже договорились о создании решений с открытым кодом, что наконец-то открывает на рынке связи новый сегмент. Инициаторами данного процесса стали, разумеется, операторы связи, а одним из застрельщиков выступила компания AT&T, ведущий телеком-оператор США.

В частности, на недавнем очередном совещании Open Networking Summit наибольшее внимание участников привлёк отчёт AT&T о развитии собственной SD-WAN-сети. Согласно планам компании, к началу 2018 г. 55 % всех сетевых услуг будут предоставляться средствами SDN, а год назад на её долю приходилось 30 %, а два года назад доля SDN — лишь 2 %. Развитие SDN в AT&T во многом объясняется потребностью адекватно реагировать на колоссальный рост мобильного сетевого трафика, который за минувшие 10 лет вырос в 2500 раз. Опора на чисто аппаратные решения уже не позволяет добиться нужной оптимизации, и выход следует искать в программных решениях. Необходимы новая архитектура и программная платформа. Поскольку на рынке не было подходящих предложений, пришлось создавать собственное решение.

В результате в AT&T была создана система ECOMP (Enhanced Control, Orchestration, Management & Policy), позволяющая реализовать около 100 различных виртуализованных функций, связанных с поддержкой нескольких десятков миллионов клиентов компании. В начале 2017 г. оператор сделал этот проект открытым (Open Source) и предоставил другим телеком-компаниям возможность использовать его для разработки собственных программных реализаций и создания открытой платформы сетевой автоматизации ONAP (Open Network Automation Platform). Использование открытой модели для оборудования имеет сейчас первостепенное значение, и потому в AT&T расширяется использование так называемых White-box коммутаторов и серверов, предусматривающих установку процессоров от различных компаний-поставщиков: Broadcom, Intel и Barefoot Networks. Выпуск сетевых устройств такого типа уже запущен в Foxconn и ряде других производственных компаний.

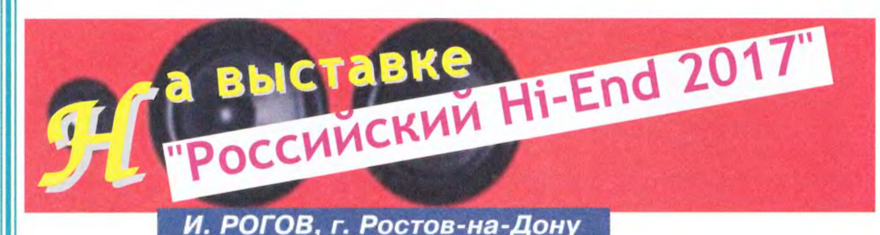
Концепция коммутаторов White-box имеет прямую связь с SDN. В ней реализована модель разделения оборудования на "железную" часть и программную надстройку. Первая часть позволяет использовать оборудование на основе схемотехники не только Broadcom, но и других производителей чипсетов. Вторая часть касается применения сетевой операционной системы (ОС), которая может как предустанавливаться при выпуске устройства, так и устанавливаться заказчиком самостоятельно. Суть концепции White-box — предоставление недорогого оборудования (коммутаторов, серверов), которые не имеют тесной интеграции чипсета и сетевых приложений, но при этом позволяют администраторам этих систем модифицировать ОС под свои нужды, используя огромное количество бесплатных приложений.

Сегодня любой контроллер SD-WAN пока ещё может управлять устройствами только того же производителя. Однако внедрение и развитие SDN-систем несёт с собой и ещё один эффект — постепенно и неуклонно размывается сложившаяся экосистема сетевого обо-

рудования, связанная с преимущественным использованием устройств традиционных производителей — Cisco, Ericsson, Huawei и Nokia, которые ориентированы на применение собственных аппаратных и программных решений, но будут вынуждены подстраиваться под создание систем SDN с открытым кодом. В целях придания гибкости заказчикам, разумеется. Ведь необходимые изменения конфигурации сети, на разработку и применение которых раньше уходили месяцы, при использовании SD-WAN делаются за часы или даже минуты.

Вот так продолжающийся динамичный переход рынка связи на чисто программные решения придаёт ему дополнительную гибкость, позволяя оперативно следовать за возникшими потребностями или трендами, не давая при этом расслабляться всем его участникам. Там ведь как — лишь только притормозил или чего-то не заметил, и уже настоящая жизнь пролетела мимо, радостно трубя и сверкая лаковыми крыльями.

По материалам ***ict-online.ru, shalaginov.com, vasexperts.ru, cnews.ru, itweek.ru, pcweek.ru, blog.ipspace.net, osp.ru, iksmedia.ru***



И. РОГОВ, г. Ростов-на-Дону

Компания Minimal Audio — дебютант выставки — представила двухполосную напольную акустическую систему *Minimal Audio Duke* (**фото 19**). В ней НЧ-звено построено в оформлении "лабиринт" с выводом излучения в пол. Благодаря этому АС можно устанавливать возле стены — на работу порта это не повлияет. ВЧ-излучатель — алюминиевый купол с рупором. Форма рупора способствует оптимизации диаграммы направленности на высоких частотах для обеспечения широкой зоны комфортного прослушивания. Полоса воспроизводимых частот — 50...22000 Гц, максимальная мощность — 100 Вт, номинальное сопротивление — 8 Ом. Высокая чувствительность — 95 дБ/Вт/м — позволяет использовать эти АС совместно с любым усилителем, в том числе работающим в режиме класса А, транзисторным или однотактным ламповым. В любом случае будет обеспечен высокий уровень громкости. АС подключили к усилителю акустическими кабелями собственной разработки, конструкцию которых я бы назвал "скелетон": в отличие от большинства себе подобных, проводники кабеля не были спрятаны в чехол. Система продемонстрировала довольно интересный и живой звук.

Большой интерес у посетителей выставки вызвала открытая акустическая система **студии Round Audio** весьма необычного дизайна (**фото 20**).

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2018, № 2

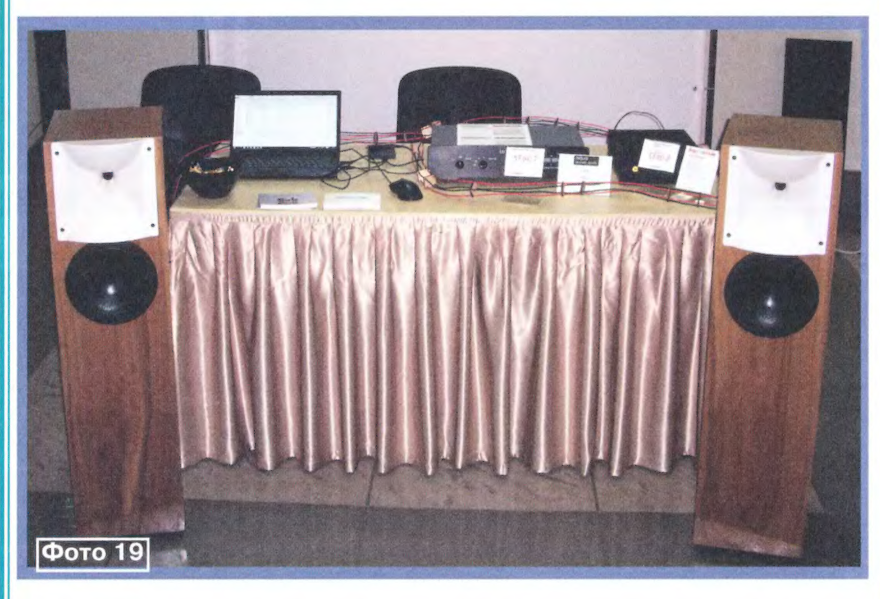


Фото 19

Это был единственный участник выставки с акустическими системами, выглядевшими совершенно не похожими на ставшие уже привычными для нас звуковые колонки. Не все посетители выставки угадывали назначение этого агрегата. АС содержит две широкополосные головки, расположенные встречно и включённые в противофазе. Это самый простой способ снизить уровень основной третьей гармоники громкоговорителя (здесь используется метод взаимной компенсации гармоник) и сделать звучание громче, чище и прозрачнее. У студии большой опыт в применении широкополосных головок, интересных тем, что они обеспечивают наиболее линейную фазовую и импульсную характеристики при отсутствии разделительных фильтров, вносящих фазовые искажения. Необычная конструкция корпуса с "разрезанным цилиндром" работает подобно рупору, повышая КПД. АС имеют дипольную диаграмму излучения, поэтому создаётся пространственное звуковое окружение, подобное АС с открытым корпусом или акустической панелью. Лично мне показалось, что немного не хватает самых верхних частот; хорошо бы добавить в АС дополнительную ВЧ-головку, которую можно выполнить в отдельном боксе.

Компания DS acoustics не первый раз представляет на выставке свою продукцию. Это и ламповые усилители — мощные однотактные моноблоки, и акустические системы — от двухполосных полочных до больших трёхполосных, дополненных супертвитером (**фото 21**).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru


Фото 20


Фото 22


Фото 21

Все усилители и АС демонстрировали высокое качество звучания. Изделия **DS acoustics** интересны, в первую очередь, плазменными твитерами собственной разработки. Плазменный твитер — отдельный дополнительный ВЧ-излучатель, который эффективно работает выше частоты 2,5 кГц. Этим твитером можно дополнить любую акустическую систему, чтобы расширить полосу воспроизводимых частот. Практически безынерционный плазменный разряд способен очень точно воспроизводить самые верхние частоты, включая и ультразвук. Он не имеет искажений и окраски звука, свойственных динамическим головкам. Устройство безопасно для здоровья: при его

работе озон не образуется, так как в нём используется не коронный, а лавинный разряд.

Ателье акустики Павла Соболева выступило с набором акустики на головках BMR в акустическом оформлении "торнадо", похожем на фазоинвертор, но имеющем определённые особенности (**фото 22**). Несмотря на скромные размеры и весьма скромный дизайн, такие "малыши" обеспечили хороший звук, так что их вполне можно применить там, где нет места для более полноразмерной АС. Особое внимание привлекали резные корпуса "в стиле Людовика". Эти АС также имеют акустическое оформление "торнадо" и используют российские широкополосные головки. Корпуса такой АС изготовлены из гнутой фанеры и оформлены резьбой. Однако, на мой взгляд, такой дизайн сложно состыковать с современно обставленными помещениями.

Компания PA Labs продемонстрировала свои топовые акустические системы *PALABS ACE3* и усилитель мощности *PALABS AE25-001* (**фото 23**). Трёхполосные АС выполнены в закрытом акустическом оформлении. В НЧ-звене используется пара динамических головок, что снижает искажения на нижнем краю рабочей полосы частот. Усилитель мощности выполнен без общей отрицательной обратной связи, работает в классе А и выдаёт 25 Вт (в каждом из двух каналов) в полосе частот 10 Гц... 200 кГц. По сравнению с прошлой выставкой качество звучания аппаратуры этой компании заметно выросло.

Культурно-технический клуб Студия 300 (с брендом *"Три В"*) и фирма **Natural** показали знакомое по предыдущим выставкам оборудование: ламповые усилители с однотактным выходным каскадом на лампе 6С33С, АС классического дизайна и с необычным модифицированным диффузором (**фото 24**), проигрыватель виниловых пластинок. В качестве источника фонограмм использовали и студийный магнитофон с копиями студийных записей. Основные направления деятельности клуба связаны с сохранением и развитием традиций аналогового звука, поэтому, помимо производства аудиоаппаратуры, клуб занимается реставрацией и ремонтом винтажной аудиоаппаратуры, включая и граммофоны, а также производит максимально достоверную оцифровку старинных шеллачных пластинок без использования цифровой обработки.

Для получения высокого качества звучания хорошие показатели должна иметь вся аудиосистема, поэтому всё больше значения придаётся качеству соединительных кабелей. **ООО "Спика"** под брендом *VectorVox* производит межблочные, акустические и силовые кабели для аудиосистем Hi-End и домашних кинотеатров (**фото 25**). При производстве продукции применяются новейшие современные технологии. Для изготовления кабелей используются медь и серебро в сочетании с различными видами изоляции. **ООО "Спика"** — единственное предприятие в России, изготавливающее посеребрённые провода нестандартной конструкции. В линейку продукции входят силовые, межблочные и акустические кабели разных размеров и с различными параметрами.

Ну и как обычно, несколько замечаний в заключение. Начать надо с выражения благодарности бессменному организатору выставки *Дмитрию Георгиевичу Свободе*, руководителю Акустического центра кафедры радиовещания и электроакустики МТУСИ. Выставка "Российский Hi-End" — некоммерческое предприятие. По словам Д. Свободы, она нужна для того, чтобы помочь нашим отечественным "кулибиным" не растерять талант и помочь им "встать на ноги".

Особенность выставки состоит в том, что различные демонстрации звучания проводятся в двух залах одновременно. Рассмотреть оборудование, его дизайн, пообщаться с разработчиками и лишь приблизительно оценить звучание можно в большом зале второго этажа, но с относительно низким потолком. Этот зал имеет далёкие от оптимальных акустические свойства и в нём шумно от посетителей. В таких условиях невозможно обеспечить качественное прослушивание. А вот внимательно послушать особенности звучания, его нюансы можно было в другом, акустически подготовленном зале. При этом желающие могли принести с собой компакт-диски и попросить прослушать, как любимая музыка звучит с той или иной аппаратурой. Это самый оптимальный и достоверный способ в оценке качества звука.

На выставке всегда царит атмосфера дружелюбия, поэтому есть люди (в том числе и я), которые воспринимают эту выставку как личный праздник и ждут её целый год. И каждый раз представляется что-нибудь новое. В этом году Д. Свобода провёл для всех желающих мастер-класс по применению метода FSQ для оценки качества аудиосистем (Fast Sound Quality — тест быстрой оценки качества звучания, в 2001 г. метод был опубликован и принят Международным обществом аудиоинженеров — AES). Мас-


Фото 23


Фото 24

тер-класс вызвал огромный интерес, на нём были наглядно продемонстрированы как возможности теста и правильный подход к тестированию аппаратуры, так и то, что даже обычный человек, не являющийся аудиоэкспертом, может достаточно точно оценить не только общие параметры качества звучания, но и ряд его тонкостей [6].

Что касается экспонатов выставки, то они производят лучшее впечатление и вызывают всё больше хороших эмоций и слов. Часть участников выставки со временем превращаются из радиолюбителей-самодельщиков в бизнесменов-производителей. Выставка больше становится экспозицией высококачественной продукции. К сожалению, встречаются ещё экспонаты, сделанные с "неинженерным" подходом, а то и вообще с не очень здравым смыслом. Чтобы товар группы Hi-End хорошо продавался, он должен хорошо работать и замечательно звучать. Подход типа (очень условно) "акустическое оформление "закрытый ящик" — зло, поэтому абсолютно все корпуса АС должны быть незакрытыми" — он ещё встречается, но его становится всё меньше. А вот подход "да всё равно, что там внутри, лишь бы хорошо продавалось", хоть и отдаёт "акульством" капитализма, но, как ни странно, приводит к улучшению продукции и, нередко, звука. Это переход в профессионализм. Всё меньше участников, вызывающих впечатление великовозрастных детей, почему-то играющих в бизнесменов. Отсюда и заметное улучшение качества звуковоспроизведения, а проработка конструкций становится более серьёзной и технически правильной: разработчики больше уделяют внимание таким свойствам, как стабильность параметров при эксплуатации, повторяемость при производстве, упрощение налаживания и т. п. При этом придают своей продукции товарный, красивый, функциональный и эргономичный вид. В общем, она становится лучше, и это радует. Конкуренция с именитыми западными брендами становится более реальной, причём не только в качестве звука, но и в товарности аудиоаппаратуры. И, пусть и в перспективе, она может существенно потеснить западную продукцию.

Но и проблемы у выставки, к сожалению, остались старыми. Вот один из комментариев на сайте МТУСИ: "Как обычно, про выставку Hi-End в Москве знали только участники (и то, наверное, не все). Ни рекламы, ни оповещения потенциальных покупателей. Потом удивляются, почему постоянно покупают западную продукцию за большие деньги, а нашу, ничуть не худшую и за меньшую сумму, не берут". И снова не было ни освещения выставки в СМИ, ни рекламы. Такое впечатление, что выставка нужна только организаторам и её участникам. На открытии выставки присутствовал заместитель руководителя Россвязи, но кроме приветственных слов, хоть и приятных, ничего не было. Я понимаю, что реклама — дело затратное. И если возложить её финансирование на участников выставки, то большинству из них участие станет не по карману: российский Hi-End только развивается, и доходы от него пока небольшие. Но ведь выставка — это демонстрация наших достижений в высоких технологиях, импортозамещение, развитие российской культуры! Может, всё-таки центральные СМИ обратят внимание на выставку и уделят ей немного времени в новостях? Может, правительство Москвы выделит средства на рекламу этого на самом деле важного и нужного мероприятия? Очень хочется на это надеяться...


Фото 25

ЛИТЕРАТУРА

6. Аудиодоктор FSQ. — URL: **http://roshiend.ru/article/audiodoktor-fsq/** (18.12.2017).

Фото автора и Ю. Лиховола

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



О параметрах и стандартах в электроакустике

А. ГАЙДАРОВ, г. Москва

За номинальной мощностью могла бы остаться только роль критерия устойчивости к перегрузкам, используемого при проверке устойчивости, безотносительно к возникающим при этом искажениям. Но и в части надёжности в процессе уточнения и детализации функциональной предназначенности совокупность качественно различных свойств, за которые должна была ранее отвечать номинальная мощность, пришлось подробно детализировать, разделив её на ряд отдельных специализированных параметров. Номинальную мощность, выступавшую здесь как присоединительный параметр сопряжения элементов тракта в части надёжности, пришлось заменить сразу четырьмя функционально различными предельными мощностями.

В качестве детализированных предельных мощностей в стандарты были введены кратковременная шумовая (секундная), долговременная шумовая (минутная), паспортная шумовая (100-часовая) и синусоидальная измерительная (допускающая полосовую ступенчатость мощности спектра в частотных интервалах многополосных акустических систем). В итоге детализации всех этих представлений о номинальных уровнях измерений параметров качества и об устойчивости к различным испытательным сигналам для номинальной мощности не осталось никаких функциональных качеств.

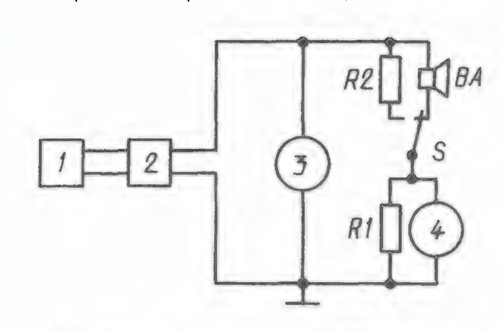
Для иллюстрации несостоятельности этого параметра (номинальной мощности) на научно-технической комиссии (НТК) Госстандарта автору статьи путём доведения до абсурда пришлось продемонстрировать факт, что, согласно требованиям действовавшего в то время стандарта вида ОТУ 332 62 83 [17] на акустические системы, идеальной АС должен быть признан электрический утюг или калорифер, к которому для выполнения формальных требований можно подключить головные телефоны. При входном сопротивлении порядка 10 Ом его входная мощность измеряется киловаттами, а относительная доля искажений поступающего сигнала равна нулю, так как и сам акустический сигнал на его выходе отсутствует. Такой абсурд возымел действие, хотя полномочный представитель ВНИИРПА долго ссылался на невозможность подписания единогласно принятого решения без согласования с руководством своего института.

В завершение разоблачения виртуального "короля" системы параметров приходится обратить внимание квалифицированных инженеров на то, что в представлениях электроакустики вообще никогда не было реальных мощностей — ни активной, ни реактивной.

Как же так? Такого ведь в технических дисциплинах вообще не может быть! — с возмущением заявит многоопытный эрудированный оппонент, которому не довелось на практике заниматься измерением параметров громкоговорителей. Но то, что это так и есть на самом деле, впервые было сформулировано и высказано организатором и бессменным руководителем всесоюзной школы-семинара по электроакустике и акустике "ЭЛА" Б. Г. Белкиным на очередной встрече специалистов страны в Белых Столбах. А исторически такой нонсенс получился вследствие перехода цепи аргументированных упрощающих предположений в новое качество системы воззрений.

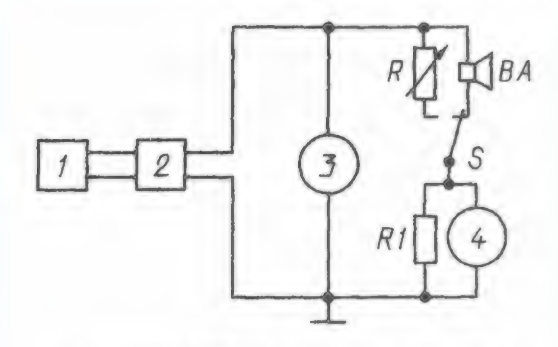
С позиций сегодняшнего дня нужно заметить, что корень проблем, связанных с понятием электрической мощности, в электроакустике связан с комплексным характером и сильно выраженной частотной зависимостью входного электрического сопротивления громкоговорителей. Действительно, увеличение в десятки раз модуля полного электрического сопротивления громкоговорителя на собственной резонансной частоте (где оно активно) является вполне обычным и вообще не нормируется сверху. Но ведь при этом ток в громкоговорителе при том же напряжении уменьшается в такое же число раз. Соответственно и мощность при этом падает во столько же раз. Хуже того, из электротехники известно, что при комплексном характере нагрузки ток через неё отличается по фазе от напряжения. При этом мощность переходит в реактивную форму, теряя однозначность трактовки (активная, реактивная, полная) и соответствующей количественной энергетической оценки даже на одной частоте, не говоря уже о беспримерно широкой полосе слышимых частот в 10 октав.

Столкнувшись с такой непреодолимой сложностью, электроакустики приняли решение, представлявшееся им "соломоновым": ограничиться учётом только абсолютного минимума значения модуля полного комплексного сопротивления (импеданса) в полной полосе частот, так как он определяет практические требования к токовому ресурсу усилителей при его сопряжении с громкоговорителем. Согласно определению и критерию стандартов, минимум модуля входного импеданса громкоговорителя должен быть не менее 80 % от значения, выбранного из ряда стан-



1 – генератор ГНИ; *2* – усилитель мощности У1; *3, 4* – электронные вольтметры; *R1, R2* – резисторы; *BA* – контролируемый громкоговоритель; *S* – переключатель

Черт. 6



1 – генератор ГНИ; *2* – усилитель мощности У1; *3, 4* – электронные вольтметры; *R1* – резистор; *R* – магазин сопротивлений; *BA* – контролируемый громкоговоритель; *S* – переключатель

Черт. 7

Окончание. Начало см. в "Радио", 2018, № 2

РАДИО®
ЗВУКОТЕХНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2018

дартных значений 4, 8 или 16 Ом [17, 18].

Кстати, следует отметить, что в силу роста модуля комплексного сопротивления за счёт реактивных составляющих импеданса, для безраздельно доминирующих электродинамических головок громкоговорителей измерение и отыскание минимума модуля комплексного сопротивления в полосе слышимых частот можно заменить тривиальным измерением сопротивления головки постоянному току. Конечно, для многополосного громкоговорителя, снабжённого частотно-разделительным фильтром, это решение не подходит. А для электростатических громкоговорителей, звучание которых не оставляет бесстрастными никого из меломанов, импеданс всегда имеет чисто реактивный характер, и величина его модуля линейно падает с ростом частоты, вообще не имея минимума. Мощность же, поступающая на громкоговоритель, никогда, никем и ничем не измеряется, а только рассчитывается по измеренным значениям эффективного напряжения через выбранное таким образом номинальное значение сопротивления нагрузки:

$P = U^2/R_n$,

где P — мощность (активная по умолчанию); U — напряжение сигнала (по умолчанию эффективное значение, в качестве которого в наиболее общем случае выступает среднеквадратическое значение, зависящее и от интервала времени регистрации и от положения этого интервала на абсолютной временной оси реального времени); R_n — номинальное сопротивление громкоговорителя (выбираемое из ряда стандартных целочисленных значений так, чтобы минимум спектральной зависимости модуля полного комплексного значения сопротивления громкоговорителя был не менее 80 % этого значения [15—20]).

Кроме того, для увеличения показателя чувствительности громкоговорителя номинальное значение предпочитают выбирать минимальным из возможных унифицированных значений. В ряде фирм откровенно подменяют это понятие, заменяя в спецификациях номинальное сопротивление на "совместимое", сообщая его на шильдике рядом с клеммами как, например, Compatible With 8 Ohm. Это означает заведомое введение потребителя в заблуждение и реально более низкое сопротивление по сравнению с заявленным, условно эквивалентным номинальному, что неизбежно снижает надёжность тракта. Ведь для получения громкости, соответствующей заявленной чувствительности, потребуется большее напряжение на меньшем сопротивлении, на что усилители не были рассчитаны. При этом производители пользуются тем, что после аварийного отказа невозможно установить первопричину, так как оба устройства претерпевают необратимые изменения.

В итоге, номинальное входное сопротивление громкоговорителя так и не стало непосредственным условием измерений. И хотя опосредованно оно и участвует в расчёте напряжения, необходимого для получения мощности, эти параметры обеспечиваются опять же линейными параметрами векторного вида: напряжения, тока и звукового давления, а не заявленными в названии категории квадратичными параметрами скалярного вида: мощности, работы и энергии. Таким образом, объективный физический смысл существования и применения обоих существенных отличительных признаков категории "номинальная мощность" полностью выродился, оставив нам только трудноуловимую подмену кажущимся, виртуальным символом достоинства.

Как совершенно верно заметили американские электроакустики в конце 80-х годов, физической и реально измеряемой величиной, характеризующей количественные мгновенные значения подаваемого сигнала, в электроакустике является не мощность, а напряжение, причём не эффективных, а пиковых значений. Именно поэтому ими был предложен начавшийся в 90-е годы перманентный переход в метрологических стандартах от мощности к подаваемому напряжению — через дополнительное к мощности указание соответствующего напряжения в скобках. Обратив внимание на причинность, здесь следует подчеркнуть, что не напряжение, как следствие, соответствует мощности, выступающей в роли первопричины, а наоборот, мощность, рассчитанная через посредство номинального сопротивления нагрузки, является следствием действующего напряжения.

О пик-факторе сигнала как факторе в оценке мощности

У сторонников понятия "номинальная мощность", как и сохранения термина "мощность" в электроакустике, после этого оставались только соображения надёжности сопряжения выносных громкоговорителей с усилителями в блочно-модульных трактах. Но и тут кажущееся соответствие оказалось только видимостью. Фактическую надёжность можно проверить только на характерных моделирующих сигналах, статистически обобщённо и достоверно представляющих особенности реальных. А реальные сигналы весьма разнообразны, как в частотном домене представлений их индивидуальных свойств спектрами, так и во временно́м домене представлений пик-фактором.

Пик-фактор — это отношение пикового значения сигнала к его среднеквадратическому значению, имеющему однозначный физический и логический смысл только для чисто активной и, значит, частотно независимой нагрузки. Привлекательность и удобство применения этого параметра для оценки энергетических характеристик сигналов несомненна. Но эти характеристики сравнения сигналов произвольной формы опять остались только в виде якобы целесообразной возможности выделить мощность на чисто активной нагрузке номинального значения, имеющей весьма отдалённое отношение к реалиям комплексных нагрузок громкоговорителей, ещё более осложнённых частотно-разделительными фильтрами в многополосных системах.

Именно поэтому потребовались весьма значительные усилия многих специалистов, которые были направлены на создание единых требований к стандартному сигналу, репрезентативно симулирующему всё разнообразие реальных. Кроме этого разнообразия самих преобразуемых сигналов, симулирующие эквиваленты должны были учесть ещё и искажения сигналов, вызванные часто встречающимся в бытовой практике превышением уровня сигналов за границей линейности оконечных усилителей.

В итоге симулирующий сигнал, кроме требований к спектру, получил и предельно малое значение пик-фактора — 2±0,2, задолго до достижения которого прослушивание не только теряет распознаваемость, но, по существу, превращает удовольствие от прослушивания в пытку звуком. Пик-факторы реальных звуковых сигналов различного формата находятся в интервале от 4 и до 20 и более, в то время как пик-фактор синусоидального сигнала, на котором измеряется активная мощность сигналов, поступающих с усилителей на громкоговорители, имеет значение 1,41. В свою очередь, это означает, что даже на чисто активной нагрузке реальные музыкальные и речевые сигналы потенциально могут передать мощность, составляющую в 8—100 раз меньшие значения, чем синусоидальный сигнал с таким же пиковым значением.

Наиболее широко распространённые транзисторные усилители, отнесённые стандартами к разряду "сильно клиппирующих", при таком значении пик-фактора и максимальной неискажённой амплитуде напряжения выдают на номинальное сопротивление не более половины неискажённой мощности, указанной в их спецификациях, которую они выдавали на синусоидальном сигнале. Причём у усилителей, в отличие от громкоговорителей, выходная мощность может быть вполне реальной, активной и поддающейся измерению именно как мощность, выделяющаяся на активном сопротивлении номинального значения.

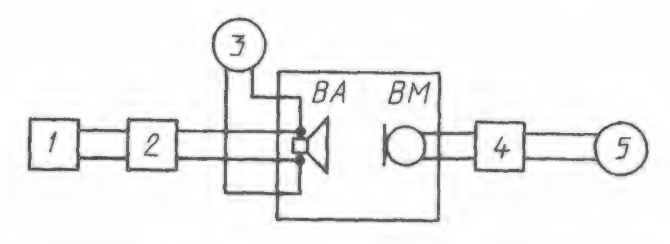
Хотя по методике стандартов [15, 16] эта мощность всё равно не измеряется непосредственно, а всегда только рассчитывается, причём только через среднеквадратическое (RMS) значение напряжения, измеряемого на номинальном сопротивлении нагрузки, условно считающимся эквивалентом реальной нагрузки.

Симулирующий сигнал, используемый для подтверждения надёжности, в отличие от измерительных, используемых для измерения искажений сигналов, при равных максимальных значениях напряжения оказался в несколько раз слабее по энергетической насыщенности. Из-за этого Международная электротехническая комиссия (IEC, МЭК) была вынуждена ввести две категории усилителей: сильно и слабо клиппирующих [15], для каждой из которых было оговорено своё соотношение пре-

дельных мощностей элементов трактов, сопрягаемых по сопротивлению и мощности.

При стандартизации симулирующего сигнала выявилось ещё одно несоответствие привычных представлений, впервые отмеченное автором в начале 80-х годов. Огибающая спектра относительных уровней симулирующего сигнала и кривая АЧХ фильтра для его формирования из белого шума не тождественны. Дело в том, что непрерывные спектры по умолчанию следует представлять в линейном масштабе частот, соответствующем равенству энергии сигналов в частотных полосах с равной шириной, измеряемой в герцах.

Именно поэтому первые переносные частотные анализаторы в реальном масштабе времени, закупленные за рубежом в НИКФИ, как и первые лабораторные анализаторы спектра фирмы Brűel & Kjer, имели непривычную линейную шкалу частот, соответствующую нормировке в полосах мощности равной ширины. Такой равномерной плотностью мощности на каждый герц и характеризуется белый шум, из которого фильтруется симулирующий испытательный сигнал перед клиппированием для уменьшения пик-фактора (и измерительный — для измерений и испытаний профессиональной акустики).



1 – генератор ГНИ; *2* – усилитель мощности У1; *3* – электронный вольтметр; *4* - микрофонный усилитель УМ; *5* – измеритель нелинейных искажений ИНИ; *ВА* – контролируемый громкоговоритель; *ВМ* – измерительный микрофон

Черт. 24

Тем самым стандарты, с одной стороны, моделируют предельные кратковременные условия реальной эксплуатации, но с другой — основным референсным методом является ограничение сигнала перед его подачей на оконечный усилитель, работающий в области заведомой амплитудной линейности с запасом не менее 3 дБ (в два раза по мощности). Учитывая цену этой нестыковки формализма научного подхода к измерениям с эксплуатационными реалиями, стандартизаторы договорились допустить формирование предельно низкого возможного пик-фактора путём клиппирования подаваемого сигнала со стандартизованной среднестатистической спектральной плотностью мощности — непосредственно выходным усилителем испытательного тракта.

Если же кривые сплошных спектров приводятся в логарифмическом масштабе частот, соответствующем восприятию громкости, розовому шуму и равной плотности в полосах (например, октавах), то мощность белого шума на графике с этими логарифмическими шкалами координат будет выглядеть как линейно возрастающая функция с крутизной в 3 дБ на октаву. Поэтому кривая конечного спектра будет обеспечиваться тождественной ей кривой фильтра только для розового шума, который можно получить из предписанного стандартами белого, только после дополнительной частотной обработки с постоянной крутизной спада 3 дБ на октаву.

Возвращаясь к значительной разнице норм на сильно и слабо клиппирующие усилители, отметим, что в этой системе оценки объективных свойств конкретного технического объекта появилась зависимость от варианта его последующего использования. Предельные мощности громкоговорителя стали не его собственными объективно измеряемыми свойствами, а величиной, зависящей от выбора типа совместно используемого усилителя, для которого схожей проблемы с определением его выходной мощности не возникло. Кстати, зависимость неискажённой мощности усилителей от пик-фактора поступающего сигнала лишает эту характеристику ожидаемой универсальности. Работая на реальных сигналах, усилитель выдаёт максимальную мощность, измеренную на синусоидальном сигнале, только в исключительных случаях самых громких тональных (одночастотных) пиков из реальных сигналов.

Значение этой испытательной мощности стало мощностью, которую оконечный усилитель одного из двух видов, различаемых стандартами, способен развить на симулирующем сигнале, имеющем пик-фактор, равный 2, существенно отличающийся от пик-фактора тонального (гармонического) сигнала, равного 1,4, на котором измерена выходная мощность этого усилителя.

Из-за узаконенной таким образом разницы (не менее чем двукратной) в мощности, понимать эту мощность как максимальную неискажённую мощность данного усилителя нельзя: он способен на большее, но только на сигналах с ещё меньшим пик-фактором, в пределе достигающим единицы (близким к меандру).

Кроме того, предельная шумовая мощность стандартного симулируемого сигнала, выдерживаемая акустической системой в течение длительного времени (не менее 100 ч), уже давно имеет своё собственное название, которое теперь стали указывать в скобках — (паспортная). Эта двусмысленность трактовки предельных мощностей привела в 80-х годах к необходимости пересмотра регламента испытаний на надёжность акустических систем и громкоговорителей.

Согласно действовавшим нормам, испытаниям подвергались случайные выборки из нескольких десятков изделий, на которые подавалась небольшая мощность, энергия которой интегрировалась и суммировалась за время подачи на каждое изделие и на всю их совокупность. При этом совершенно не учитывалось прогрессивное повышение критичности систем к величинам подаваемого сигнала. В связи с технической сложностью, значительной длительностью этой методики и неповторяемостью её результатов, обнаруженной автором в объединении "Радиотехника" в 1980 г., после тщательного обследования результативности испытаний в 1986—1987 годах автором же была обоснована, апробирована и предложена ускоренная методика испытаний громкоговорителей на надёжность при паспортной мощности. Позже она была принята в качестве референсной в отечественных стандартах и рекомендованная для стандартизации в МЭК.

В отделе надёжности ведущего министерства не хотели ничего менять в нормативной документации, ссылаясь на отличную корреляцию отчётности отраслевых предприятий, производящих акустические системы, с их методиками расчёта надёжности при существующей методике испытаний и с предполагаемой эффективностью предписываемых мер по улучшению надёжности. При выборочном посещении самых успешных предприятий выяснилось, что подотчётные предприятия успешно выполняют на бумаге предписанные им повышенные социалистические обязательства, просто подгоняя цифры к требуемым или ожидаемым начальством значениям. После такого скандального выяснения истинного положения дел с методиками испытаний на надёжность, обработки и интерпретации их результатов, доводов против обоснованных предложений не осталось, и ситуация в этой сфере быстро нормализовалась.

Паспортная мощность заменила в названиях систем номинальную, чему сильно способствовал прецедент, созданный на рижском объединении "Радиотехника", когда акустические системы серии 35АС после очередной модернизации получили краткое обозначение S-90. Этой же эволюции представлений способствовало принятие стандарта СЭВ 1356-78, по-новому трактующего предельные мощности.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

К некоторому сожалению, не привилась попытка ввести в названия головок и систем сразу двух мощностей (напряжений): паспортной и рабочей, всё же осуществлённое в МЭП на головках собственной разработки. Отношение этих мощностей (точнее — половина логарифма этого отношения) наилучшим образом отражает ощутимость соотношения между предельным и рабочим режимом, как запас громкости относительно стандартного номинального уровня. Тем не менее вопросы испытаний на устойчивость при предельных значениях сигналов до сих пор не исчерпаны.

Стандартизаторам, как и разработчикам, следует учесть весьма активные посягательства рекламы на умы и кошельки потребителей через умозрительные мощности, как-то музыкальные, PMPO и тому подобные, украшающие фронтальные панели магнитол и мини-комплексов. Огромные значения этих мощностей на порядок превышают потребляемую ими же из сети и обозначенную мелким шрифтом на задней панели этих же устройств. До сих пор рекламодатели и продавцы аппаратуры вопиюще безграмотно заявляют об акустической выходной мощности в киловатты, совершенно не подозревая, что суммарная акустическая мощность большого симфонического оркестра из двух сотен исполнителей, измеренная в режиме "тутти" (все сразу на предельной громкости), достигает лишь 20 Вт.

Грамотный выход из создавшегося положения, с учётом всего положительного опыта предыдущих поколений, теперь можно было бы предложить через усмотрение в качестве испытательного параметра предельного напряжения, но не просто в привычном виде энергетического эквивалента (RMS, среднеквадратического, эффективного значения), а в виде пикового неискажённого значения напряжения подаваемого сигнала. Такой параметр испытательных сигналов мог бы стать единым для усилителей, акустических систем с любым входным сопротивлением, для их головок, коммутаторов, элементов фильтров.

Запас неискажённого звукового давления представляется соотношением этого пикового напряжения к рабочему напряжению данного громкоговорителя, достаточному для достижения стандартного уровня звукового давления, при котором стандарты предписывают проводить измерения его функциональных инструментальных параметров качества звуковоспроизведения. А относительный запас громкости звучания, ещё не искажённой надёжно сопряжённым усилителем с максимальной допустимой мощностью для этого громкоговорителя, определится разницей уровней этих напряжений. Тут только следует помнить о том, что сравнивать следует напряжения, представленные в однородном виде пиковых значений. Такое предложение сразу переведёт минимальные значения пик-фактора преобразуемых сигналов в разряд справочных и номинальных параметров.

Этого, впрочем, вполне заслуживают и все остальные номинальные параметры, содержательность смысла и практическая целесообразность которых ещё не выродились. К таковым параметрам следует отнести номинальное сопротивление АС, номинальное среднее звуковое давление, стандартное расстояние от излучателя до измерительного микрофона, минимальный запас линейности АХ измерительного усилителя и так далее, и тому подобное.

Кроме того, в связи с затронутой проблематикой, связанной с понятием номинального входного сопротивления громкоговорителей, для полноты учёта всех факторов, влияющих на качество и надёжность сопряжения усилителей с громкоговорителями, следует заметить, что на переходных стадиях (атаках) звуков спектры сигналов сплошны и широкополосны. Вследствие этого такие сигналы не успевают подвергнуться частотной дискриминации в разделительных фильтрах и поэтому одновременно поступают на все головки многополосного громкоговорителя, формально делая его сопротивление меньше в разы, согласно числу полос частотно разделительного фильтра (при равных сопротивлениях полосовых головок). Отсюда становятся ясны причины непонятной регистрации падений сопротивления реальной нагрузки на импульсных моментах реальных сигналов. Этим же можно объяснить многократные, весьма дорогостоящие запасы токовых ресурсов, закладываемые в конструкции многими разработчиками и производителями наиболее высококачественных усилителей.

Приведённая история дополнений, как и целесообразности ревизий и смены приоритетов, достаточно показательна с точки зрения и практических проблем отрасли, научных задач соответствующих дисциплин и общей стратегии научного подхода, очень часто неприменимой формально и "в лоб".

Позже автору пришлось стать научно-техническим руководителем рабочей группы при Всесоюзном научно-исследовательском институте стандартизации общей техники (ВНИИСОТ) по переработке отечественных стандартов по акустике в полные смысловые аналоги международных стандартов. Весьма напряжённая работа длилась с перерывами более года. Но её результаты действительны уже более 20 лет и не требуют существенных уточнений и изменений в рамках существующей концепции.

Радикальному пересмотру параллельно со стандартами на саму аппаратуру подверглась и вся стратегия разработок и освоения сложной аппаратуры бытового назначения. Изменения технических норм стандартов стали осуществляться непосредственно главными конструкторами перспективных новаций, а профессиональным стандартизаторам оставалось только их квалифицированное оформление, внедрение, обеспечение новой метрологической техникой и контроль исполнения.

Во времена перестройки Госкомитет по стандартам, скорее для саморекламы, чем для пользы дела, включил в своё название слова "Управление качеством продукции". Но эта решительная попытка выдать желаемое за действительное административными способами так же быстро и закончилась вынужденным введением Госприёмки. Разработчикам стало ясно, что стандарты принципиально не могут способствовать прогрессу разработок, всегда фиксируя только общепринятые положения как основу для дальнейшего развития системы представлений о связи потребительского субъективного качества звучания с объективно измеряемыми параметрами того же самого качества.

ЛИТЕРАТУРА

20. IEC 268-5 Sound systems equipment. Part 13. Listening test on loudspeakers. — Geneva, Switseland. IEC, 1985. Практические рекомендации AES для профессиональной аудиоаппаратуры. Субъективная оценка громкоговорителей. AES 20-1996.

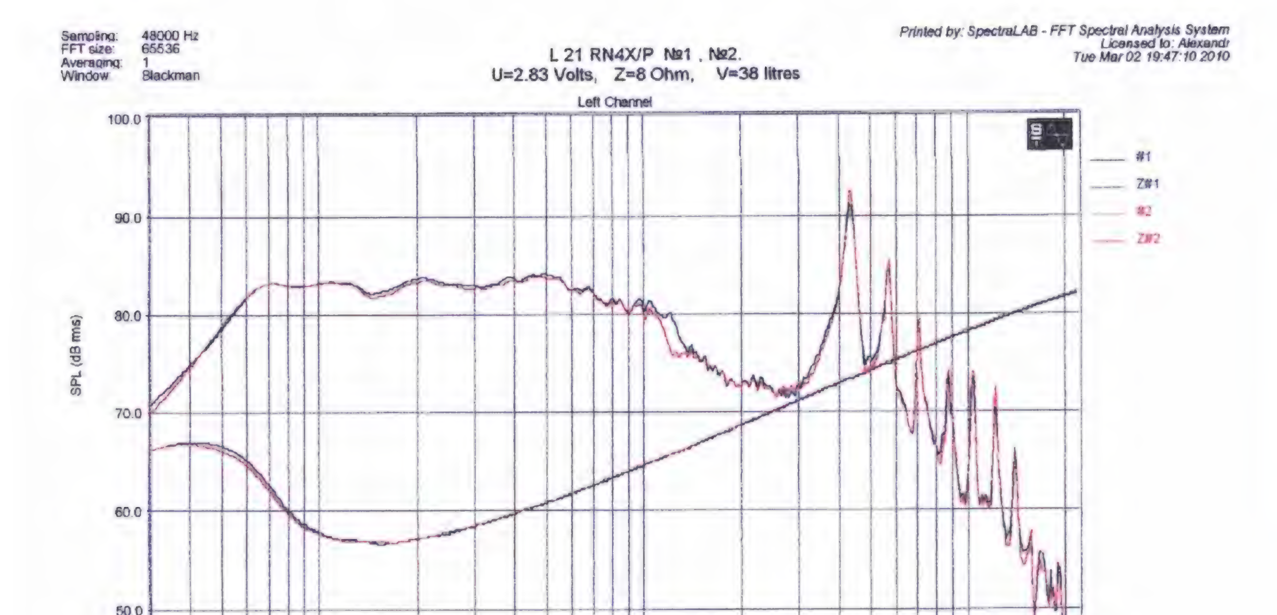
Акустическая система Verna 100A-005

А. ДЕМЬЯНОВ, г. Москва

В конструкции применены лучшие современные европейские динамические головки, отвечающие строгим требованиям, предъявляемым к построению акустических систем для самых взыскательных слушателей. Модель 100А-005, как и 50А-003 "Sevina" (Демьянов А. "Акустическая система "Sevina" (Verna 50А-003)". — Радио, 2015, № 2, с. 7—11), относится к высшей группе изделий Verna.

Рис. 1

Среднегабаритная модель 100А-005 оптимальна для помещений площадью 14...20 м^2 (объём от 35 до 55...60 м^3) при использовании УМЗЧ мощностью 50...100 Вт (на нагрузке 8 Ом). НЧ-головки (bass reflex) — SEAS H956, 8" (Норвегия), с диффузорами из сплава алюминия, линейным смещением по 7 мм и резонансной частотой около 20 Гц. В СЧ-звене применены НЧ-СЧ-головки AUDAX AM130G0, 5" (Франция) с диффузорами из длинноволокнистой ориентированной и пропитанной целлюлозы, каркасами катушек из каптона, армированного стекловолокном, они имеют переменной толщины внешние подвесы и антирезонансные диффузородержатели. ВЧ-головки — изодинамические — VISATON MHT 12/8 (Германия), обладающие крайне малой инерционностью и диапазоном воспроизводимых частот до 22 кГц с неравномерностью не более 3 дБ.



Модель	Fs	Fs контр	Rmax	Re	Rx	F2	F1	Fb	Vb	Ro	Qms	Qes	Qts	Vas
H 956-08 #1	32,5	32,39	77,9	6,8	23,0	45,6	23	63,7	10	11,456	4,87	0,47	0,42	28,42
H 956-08 #2	30,7	30,44	80	6,8	23,3	43,1	21,5	62,3	10	11,765	4,88	0,45	0,41	31,18

Модель	Кг 40Гц	Кг 50 Гц	Кг 60 Гц	Кг 80 Гц	Кг 125 Гц	Кг 300 Гц	Кг 600 Гц
#1	7,7	2,3	0,7	0,35	0,9	0,54	0,32
#2	7,1	2,1	0,72	0,36	0,87	0,71	0,28

Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

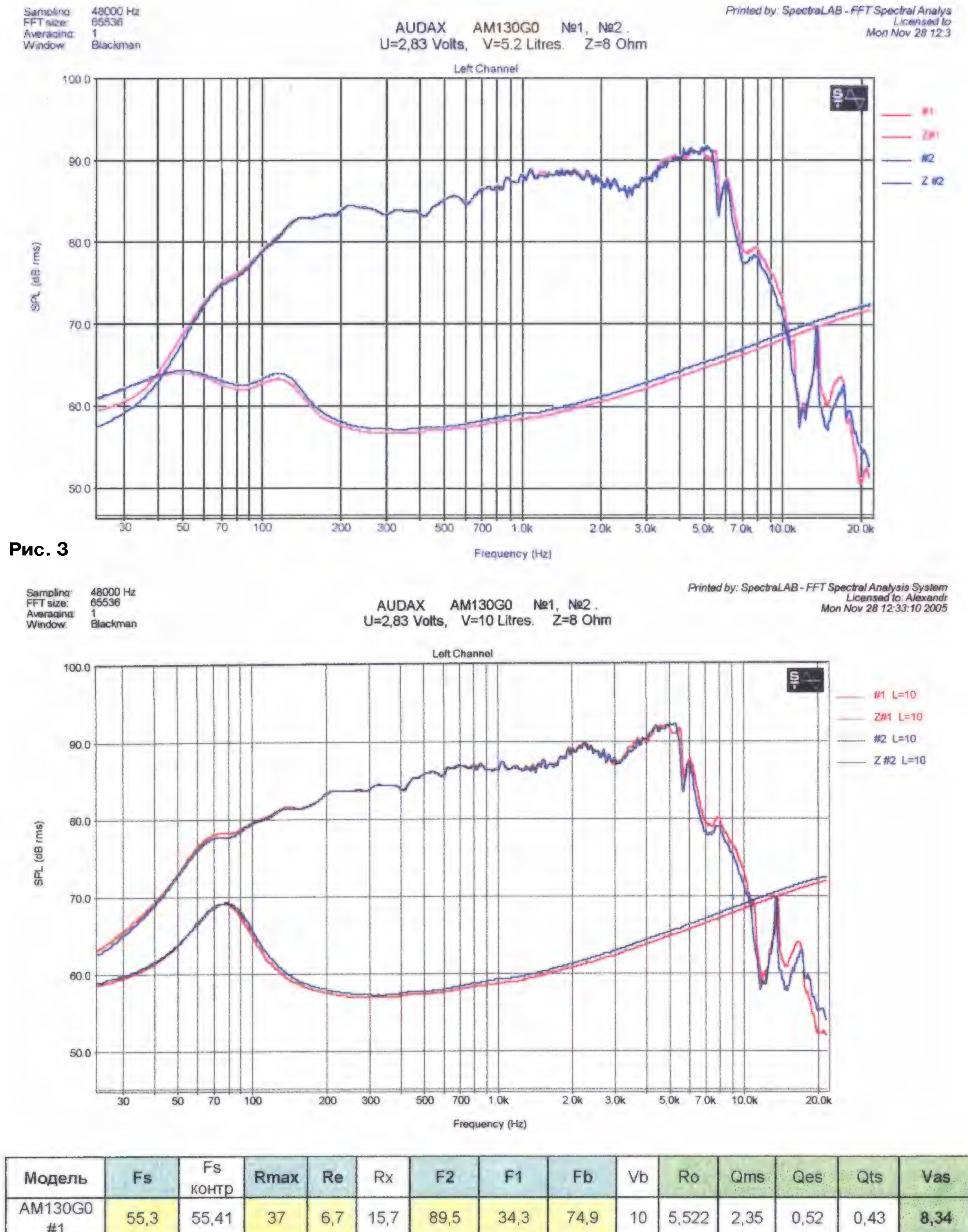


Рис. 3

Модель	Fs	Fs контр	Rmax	Re	Rx	F2	F1	Fb	Vb	Ro	Qms	Qes	Qts	Vas
AM130G0 #1	55,3	55,41	37	6,7	15,7	89,5	34,3	74,9	10	5,522	2,35	0,52	0,43	**8,34**
AM130G0 #2	56,8	56,99	37,1	6,7	15,8	93,6	34,7	76,1	10	5,537	2,27	0,50	0,41	**7,95**

Рис. 4

С целью некоторого расширения музыкальной стереобазы (в случае расстояния между акустическими системами не более 130 см) СЧ- и ВЧ-головки смещены от оси НЧ-излучателей. Акустические системы (АС) устанавливают на массивные подставки высотой 40...50 см либо наклоняют назад, подкладывая упоры под основание со стороны передней панели (как на **рис. 1**) так, чтобы центр СЧ-излучателя "смотрел" в лицо слушателя. Это в значи-

тельной степени позволяет избавиться от ранних переотражений в неподготовленном (особенно) помещении, которые в значительной степени маскируют и искажают прямой воспроизводимый сигнал. Расстояние между системами может находиться в пределах 150...200 см, расположение их в помещении — вдоль длинной стены, расстояние до слушателей — 150...250 см.

Основные технические характеристики

Номинальное сопротивление, Ом 8
Чувствительность в диапазоне 35...18000 Гц, дБ/Вт/м 84,5
Мощность усилителя, Вт . . . . .50...100
Диапазон воспроизводимых частот по уровню –5 дБ, Гц . . . . .27...22000
Максимальная шумовая мощность, Вт 100
Габариты, мм . . . . .760×406×270
Масса одной АС, кг, не менее 40

Краткое дополнение к основным техническим характеристикам приведено на графиках АЧХ и полного сопротивления (Z-характеристики) применяемых головок (**рис. 2—рис. 5**). В таблицах под графиками НЧ-головок указаны измеренные характеристики и параметры Тиля-Смолла. На **рис. 2** приведены графики двух НЧ-головок — кривые синего и красного цветов. Важно отметить, что крайне редко графики, представляемые изготовителем, соответствуют измеренным уже пользователем в безэховой камере. В данном случае соответствие практически полное. Что, собственно, наряду с допустимой (7 мс) импульсной характеристикой, и позволило выбрать эти НЧ-головки для акустической системы высокого уровня.

Для более полного представления поведения СЧ-головки в разных объёмах представлены два графика (**рис. 3** и **рис. 4**) в объёмах 5,2 и 10 л, здесь также представлены АЧХ двух головок. В описываемой модели АС объём бокса выбран 8 л. На окнах диффузородержателей головок здесь установлены панели ПАС (панели акустического сопротивления) для демпфирования основного резонанса, что инструментально и субъективно значительно повысило качество воспроизведения в СЧ-диапазоне (580...3800 Гц), особенно слабоуровневых сигналов. На **рис. 5** под разными углами в горизонтальной плоскости представлены графики АЧХ ВЧ-излучателя и частотная зависимость полного сопротивления головки (её Z-характеристика).

Чертёж корпуса АС показан на **рис. 6**. Для минимизации (практически полного устранения) вибраций корпуса при общем звуковом развиваемом давлении 90 дБ (и наличии сигналов и обертонов до 25 Гц) корпус собран из двух слоёв фанеры ФК-1 толщиной 12 мм (снаружи) и внутреннего слоя MDF средней плотности толщиной 16 мм. Этот внутренний слой имеет выфрезерованные полости для установки рам-перегородок и панелей, образующих СЧ-ВЧ-бокс. Для снижения давления стенок корпуса на нижнюю панель внутри, по всем периметрам, вклеены бруски из массива бука сечением 30×30 мм. Также для уменьшения деформаций (сдвигов) в углах корпусов соединённые панели зафиксированы шкантами (диаметром 10 мм и длиной 60 мм) из бука через каждые 50 мм. При сборке корпусов применены клеи с отвердителем и наполнителями. Все эти меры полностью обеспечили необходимую жёсткость конструкции при достаточной массе и общий (основной) механический резонанс корпусов на частоте около 1000 Гц (об этом подробнее можно прочитать в статье автора "Акустическая система "Sevina" (Verna 50A-003)" в "Радио" № 2 за 2015 г. на с. 7—11). Здесь же стоит отметить, что подобный "жёстко-инертный" корпус позволяет в максимальной мере реализовать высокий потенциал звучания применяемых головок, в первую очередь — низкочастотных, являющихся основным источником вибраций. Исключение неравномерных (по амплитуде и частоте) призвуков корпуса, сильно искажающих музыкальный материал, позволило получить звучание с обилием низкоуровневых сигналов второго и третьего планов. Другими словами, более реалистично воспроизвести записанный материал, в первую очередь, — фортепиано и акустические музыкальные инструменты, как наиболее богатые широкополосными обертонами, а также звучание классического вокала.

Корпуса АС собирали на профильном предприятии опытные мастера в течение 38 дней. При сборке особое внимание было уделено качеству всех производимых работ. Заготовки для панелей при склейке выдерживались под прессом в течение 100 ч, до полной полимеризации клеев, после чего фрезеровались по размерам. Внутренние

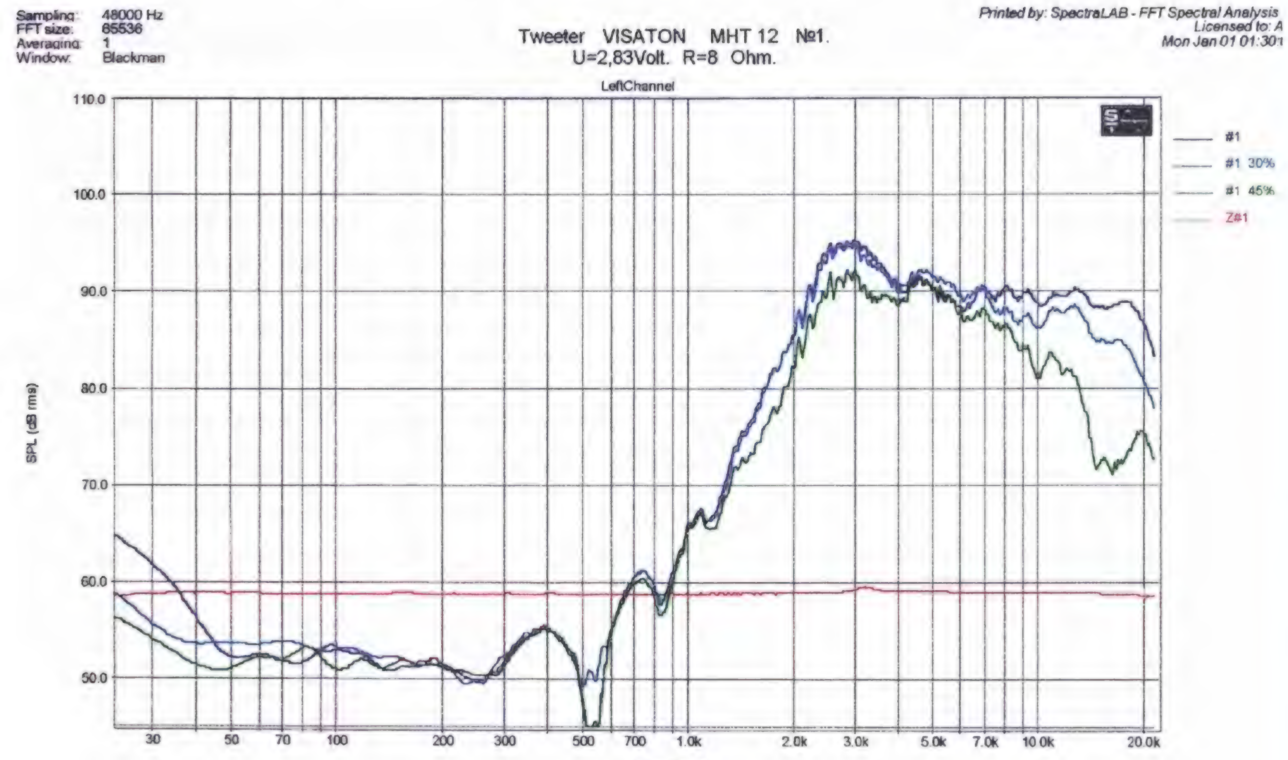
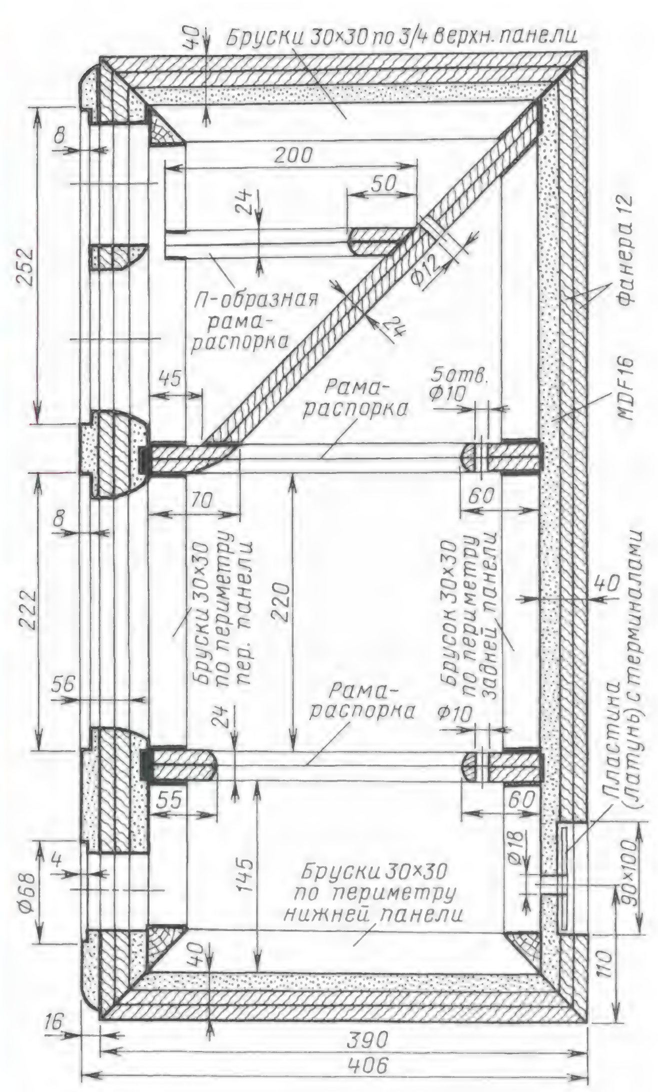


Рис. 5

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



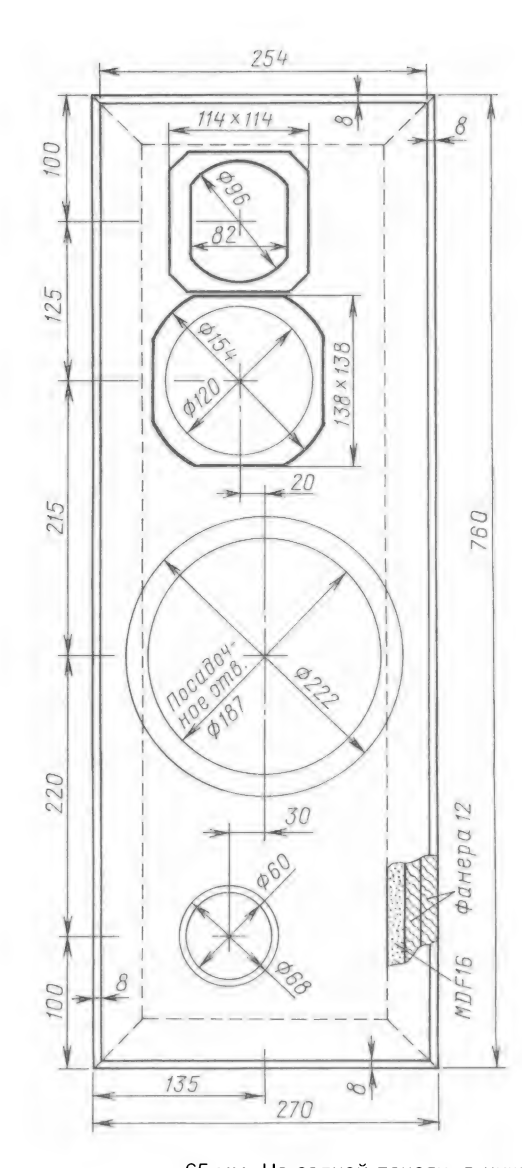


Рис. 6

поверхности НЧ- и СЧ-объёмов покрыты слоем ПВА (Финляндия) толщиной 2 мм. После полимеризации на эти поверхности установлен звукопоглотитель — трёхслойный (прошитый асимметрично толстыми нитями) искусственный войлок плотностью 0,31 кг/м^2 и общей толщиной 18 мм. В качестве дополнительного звукопоглощения использованы пакеты из хлопчатобумажной ваты и специально обработанная шерсть VISATON (Германия). Весь объём СЧ-ВЧ-бокса (8 л) плотно заполнен этой шерстью.

Передняя панель корпусов окрашена краской серого цвета под "шагрень", остальные оклеены калиброванным шпоном "Makore", покрыты тремя слоями полуглянцевого лака и отполированы. На нижней панели, по углам, установлены четыре стальных конуса, их высота — 45 мм, диаметр — 30 мм, диаметр фланцев — 65 мм. На задней панели, в нижней части, установлена панель с акустическими терминалами AVC-link, материал соединений — латунь 63. Труба фазоинвертора — VISATON BR19.24, удлинённая на 40 мм.

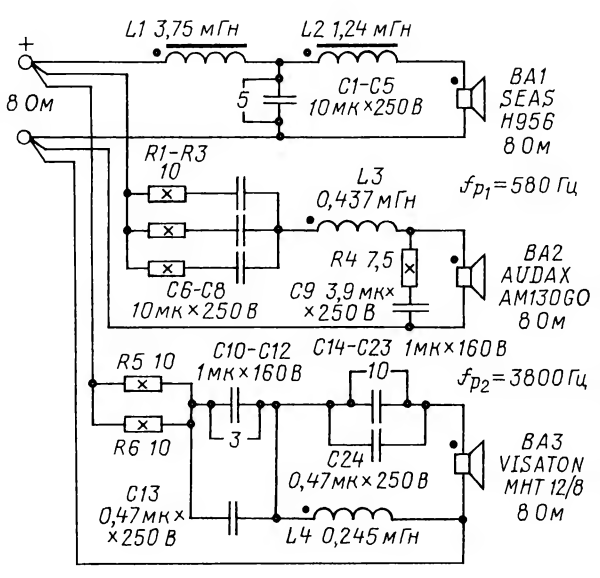


Рис. 7

Схема АС приведена на **рис. 7**. Фильтры для НЧ-звена — третьего порядка (18 дБ/окт.), исключающие резонансы излучателей на частотах выше 700 Гц. В СЧ-диапазоне (580...3800 Гц) применён полосовой фильтр первого порядка (6 дБ/окт.). При этом зона работы среднечастотной головки "заходит" в зону работы НЧ-излучателя, обеспечивая некоторым образом более цельное звучание. Весь характер воспроизведения, его звукоизвлечение, музыкальность, микродинамика определяются в основном звучанием головки AUDAX AM130G0, которая без звукового шва соединена с ВЧ-головкой, подключённой через фильтр третьего порядка (18 дБ/окт.). Поэтому минимальное расстояние от слушате-

ля до линии, соединяющей акустические системы, один метр (при расстоянии между каналами в пределах 1,2...1,6 м).

В фильтрах использованы катушки индуктивности ERSE (США), намотанные медным проводом диаметром 1,3 мм на магнитопроводах (L1, L2), остальные — проводом диаметром 1 мм при бескаркасной намотке. Все конденсаторы — К73-11 (Россия) на номинальное напряжение 250 В, резисторы — MUNDORF (Германия). Монтаж фильтра выполнен без соединительных проводов. Остальные соединения — многожильными медными (чистота 99,99 %) проводами сечением 1 мм^2 (Россия). Параметры элементов фильтров подобраны с точностью до 0,5 %.

В НЧ-звене можно использовать современные головки SEAS H1208. В СЧ-диапазоне, без изменений акустического оформления и элементов фильтра, можно установить AUDAX HM130G14 или AUDAX HM130G0.

Звучание акустических систем позволяет легко отличить смену элементов остального аудиотракта.

Эксперт А. Аватинян (г. Москва) отметил *"высокую музыкальность звучания при многоплановом (по глубине) воспроизведении музыкальных программ классического и джазового репертуара, их реалистичность, а также широкий частотный диапазон акустических систем"*. ■

Генератор для двигателя ДСК 50 в ЭПУ

П. ЯКУШКИН, г. Томск

Двухфазные синхронные электродвигатели ТСК-1, а затем ДСК 50 применялись в отечественных проигрывателях грампластинок "Электроника Б1-01", "Электроника 012", "Электроника ЭП-030", "Радиотехника ЭП-101". Уровень рокота такого двигателя можно существенно понизить, правильно построив питающий его генератор. Автор делится своим опытом создания такого генератора.

В электропроигрывателе "Вега-106 стерео" с ЭПУ Unitra G602 [1] мне никак не удавалось избавиться от детонации и плавания меток стробоскопа. Я установил в него двигатель ДСК 50 с генератором от "Электроники 012" [2], но двигатель создавал ощутимый низкочастотный гул, мешающий прослушиванию. Хотя подборкой конденсаторов фазосдвигающей цепи мне удалось добиться приемлемого уровня рокота, он всё равно хорошо прослушивался в паузах между музыкальными произведениями. Поскольку фазосдвигающий узел питался нестабилизированным напряжением, при колебаниях напряжения в питающей сети менялся и уровень рокота. Такой же генератор устанавливали и в проигрыватели "Электроника Б1-01", "Электроника ЭП-030".

Прочитав хорошие отзывы о генераторе из "Радиотехники ЭП-101" [3], я повторил его генератор на другой элементной базе. Но рокот всё равно победить не удалось. Он был ощутим на

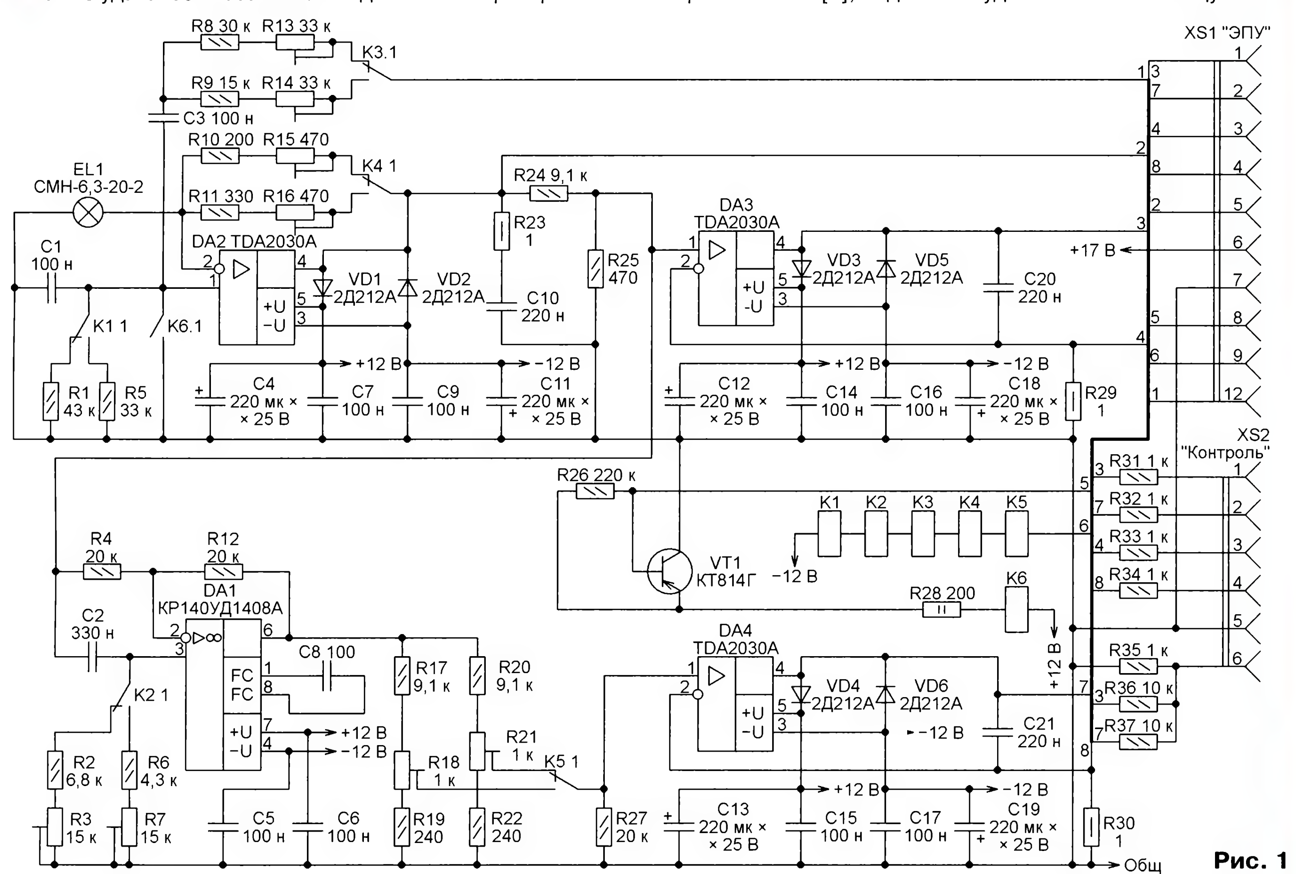


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

33 об/мин, хотя на 45 об/мин почти отсутствовал. С такой же проблемой пришлось столкнуться и в проигрывателе "Электроника ЭП-030", генератор которого построен по другой схеме.

Оказалось, что при серийном производстве двигателей ДСК 50 их обмотки наматывают без подсчёта числа витков, поэтому их сопротивление получается разным. Например, в моём экземпляре двигателя — 10 Ом и 8 Ом. Только добавив в генератор регулировку амплитуды напряжения на "фазовой" обмотке двигателя относительно основной, удалось добиться минимума рокота.

Необходимо отметить, что такая же регулировка предусмотрена в проигрывателе Thorens TD125 [4], причём сдвиг фазы остаётся неизменным. Кроме того, в генераторе этого проигрывателя использованы два умощнённых ОУ, а амплитуда и сдвиг фазы сигналов, управляющих двигателем, не зависят от колебаний напряжения питающей сети.

Для поддержания постоянным вращающего момента на валу двигателя при изменении частоты его вращения рекомендуется питать обмотки двигателя от источников тока, управляемых напряжением (ИТУН). С ними двигатель стартует очень плавно, а рокот ещё уменьшился. Вращение вала прекращается при более низком напряжении, чем без ИТУН. Чтобы уменьшить рокот, я установил на обмотках двигателя минимальное напряжение, при котором вал ещё стабильно вращается, а рокота не слышно. Уровень рокота я оценивал с помощью стетоскопа.

Получившаяся в результате принципиальная схема генератора представлена на **рис. 1**. Её основой послужила схема из [3]. В качестве мощных ОУ применены микросхемы TDA2030A (DA2—DA4). Фазовращатель построен на ОУ КР140УД1408 (DA1). Добавлены подстроечные резисторы R18 и R21, регулирующие амплитуду сигнала на выходе фазовращателя. На микросхемах DA3 и DA4 реализованы ИТУН.

Из резисторов R35—R37 собран контрольный сумматор напряжений на обмотках двигателя. Подключив вольтметр переменного напряжения к его выходу (гнезду 6 диагностического разъёма XS2), можно грубо оценить сдвиг фаз между этими напряжениями, как описано в главе 1.1 статьи [5], написанной ещё в 1987 г. При равенстве их амплитуд и синфазности амплитуда суммы будет максимальной, при противофазности — нулевой, а при сдвиге фаз на 90° — равной 0,707 максимума. Точно 90° градусов устанавливать нет смысла, так как в статье [3] сказано, что у каждого конкретного двигателя минимум вибрации достигается при различном, отличающемся от 90° сдвиге фазы.

Схема блока питания генератора изображена на **рис. 2**, нумерация элементов на ней продолжает начатую на рис. 1. Трансформатор T1 ТПП260-220-50 вместе с резисторами R38, R39 и конденсатором C22 вынесен из проигрывателя. Он соединён с выпрямителями на диодах VD9—VD14, находящимися на плате генератора, жгутом проводов длиной 1 м с не показанным на схеме разъёмом, установленным на задней стенке проигрывателя.

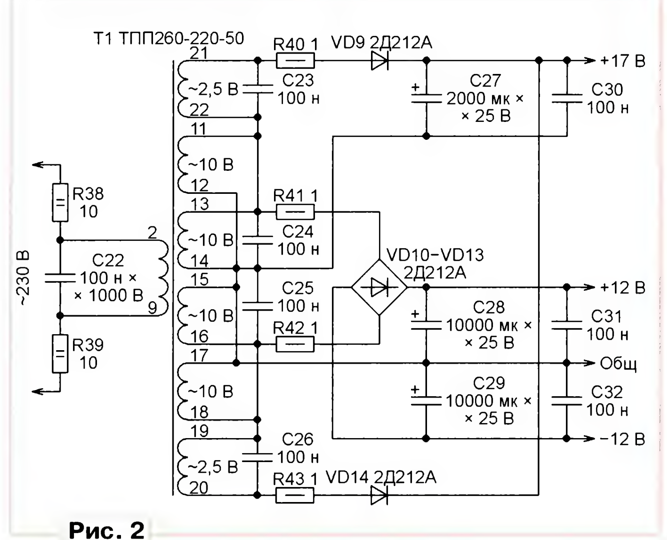


Рис. 2

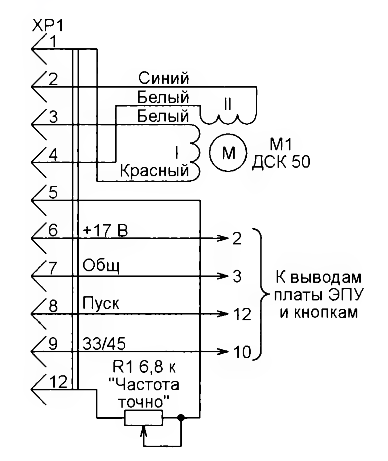


Рис. 3

Разъём XS1 генератора, вынесенный из него на жгуте проводов, присоединяют к специально установленному на панели ЭПУ Unitra G602 разъёму XP1. Схема соединения этого разъёма с ЭПУ показана на **рис. 3**. Имевшийся в ЭПУ двигатель заменён на ДСК 50. Подключая его выводы к разъёму XP1, внимательно следите за тем, чтобы белые провода, идущие от обмоток I и II двигателя, не были перепутаны, иначе нормальная работа ИТУН будет нарушена. Соединяя разъём с выводами печатной платы, нужно сохранить и подключённые к этим выводам провода, идущие от них к кнопкам управления ЭПУ. Переменным резистором R1 заменяют имеющийся в ЭПУ регулятор частоты вращения диска. Установленную на плате ЭПУ в цепи её вывода 1 плавкую вставку, а также трансформатор питания ЭПУ нужно удалить. Теперь ЭПУ будет работать от блока питания генератора.

Конденсаторы C1—C3 — К71-7, C8 — КТ-2, остальные (за исключением оксидных) — К73-17. Полистирольные конденсаторы К71-7 применены там, где температурные уходы ёмкости существенно влияют на частоту и фазу колебаний. Согласно [6], ёмкость этих конденсаторов на порядок меньше зависит от температуры, чем у К73-17. Ёмкость конденсатора C2 может находиться в пределах 0,25...0,47 мкФ, но при её изменении относительно указанной на схеме нужно обратно пропорционально изменить и суммарное сопротивление пар резисторов R2, R3 и R6, R7.

Реле K1—K6 — РЭС55А исполнения РС4.569.600 или РС4.569.625 с номинальным напряжением обмотки 6 В. Лампа накаливания EL1 — миниатюрная СМН-6,3-20-2. Подстроечные резисторы — СП5-3. Перед монтажом в генератор нужно перевести их движки в среднее положение. Установленный на панели проигрывателя вместо штатного переменный резистор точной подстройки скорости R1 (рис. 3) — СП5-35Б или СП4-1А.

Микросхемы DA2 и DA3 установлены на одном теплоотводе, а микросхема DA4 — на другом. Оба они должны иметь площадь охлаждающей поверхности не менее 100 см². Микросхема DA2 нагревается не сильно и при желании её можно установить на отдельный теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности около 20 см². Если микросхемы DA2, DA3 установлены рядом, конденсаторы C4, C7, C9 и C11 можно исключить. Чтобы предотвратить самовозбуждение микросхем DA3 и DA4, конденсаторы C20 и C21 должны быть расположены как можно ближе к их выводам 2 и 4.

Конструктивно генератор встроен в корпус проигрывателя "Вега 106 стерео" и расположен в нём там, где раньше был трансформатор питания. Плата генератора сконструирована таким образом, чтобы в полностью собранном проигрывателе через специально вырезанное в его задней стенке окно можно было регулировать подстроечные резисторы, добиваясь минимального рокота. По окончании регулировки окно закрывают специальной крышкой.

Налаживание генератора

1. При первом запуске генератора присоедините к его выходам вместо обмоток двигателя мощные резисторы 8 Ом 5 Вт. Затем с помощью осциллографа убедитесь, что на гнёздах 1 и 2 диагностического разъёма XS2 присутствуют неискажённые синусоиды. Под-

строечными резисторами R15 и R16 установите амплитуду синусоиды на гнезде 1 около 8 В при обоих положениях переключателя частоты вращения.

2. Подключите к выходам генератора обмотки двигателя.

3. Установите подстроечными резисторами R13 и R14 (при среднем положении движка переменного резистора, находящегося на панели проигрывателя) точные значения частоты вращения диска.

4. Подключите вольтметр переменного напряжения к гнезду 2 разъёма XS2. Прослушивая гул двигателя стетоскопом (головку которого положите на панель проигрывателя), добейтесь минимума гула подстроечными резисторами R18 и R21. При этом тяжёлый диск должен быть надет на вал. Зафиксируйте показания вольтметра, соответствующие минимуму гула, чтобы в дальнейшем можно было вернуться в эту точку, не прослушивая гул, а по показаниям вольтметра. Иногда гул двигателя пропадает при одном положении подстроечного резистора и вновь появляется при другом. В этом случае нужно записать показания вольтметра в моменты пропадания и появления гула, вычислить их среднее значение и установить движок подстроечного резистора в соответствующее этому значению положение.

5. Подключите вольтметр переменного напряжения к гнезду 6 разъёма XS2. Регулируя сдвиг фазы подстроечными резисторами R3 и R7, добейтесь минимума гула и зафиксируйте показания вольтметра. Далее подключите вольтметр переменного напряжения к гнезду 2 разъёма XS2 и уменьшайте подстроечными резисторами R15 и R16 напряжение на этом гнезде до тех пор, пока вращение диска остаётся стабильным, а запуск двигателя уверенным без вибраций.

В результате рокот двигателя совсем не слышен даже в паузах, а стробоскопические метки неподвижны.

Описанный генератор может быть рекомендован для уменьшения рокота во всех проигрывателях, где установлены двигатели ДСК 50 или ТСК-1.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алексеев Ю. П.** Бытовая приёмно-усилительная аппаратура. Модели 1982—1985 гг. — М.: Радио и связь, 1987.

2. **Анисимов Н. В.** Радиоприёмники, радиолы, электрофоны, магнитофоны Справочник. — Киев: Техника, 1988, с. 182—185.

3. **Каминский А., Склярский Е.** Электропроигрывающее устройство I-ЭПУ-70СМ. — Радио, 1986, № 4, с. 32—34.

4. **Дегрелл Л.** Проигрыватели и грампластинки. — М.: Радио и связь, 1982, с. 117—119.

5. **Дэвис Г., Джонс Р.** Звук: теория, устройства, практические рекомендации. Перев. с англ. — URL: **https://studfiles.net/preview/6149538/** (15.01.2018).

6. Прецизионные полистирольные конденсаторы К71-7. — URL: **http://musatoffcv.narod.ru/Libs/Capacitors/Film/K71-7.pdf** (15.01.2018).

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. Филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" 29 декабря начал трансляцию радиостанции "Катунь FM" с использованием новых передатчиков в п. Беловский Троицкого района на частоте 104,1 МГц и в сёлах:

— Алтайское Алтайского района — на частоте 101,5 МГц;

— Завьялово Завьяловского района — на частоте 103,8 МГц;

— Залесово Залесовского района — на частоте 105,2 МГц;

— Ключи Ключевского района — на частоте 104,5 МГц;

— Красногорское Красногорского района — на частоте 101,5 МГц;

— Краснощёково Краснощёковского района — на частоте 105,4 МГц;

— Панкрушиха Панкрушихинского района — на частоте 101,9 МГц;

— Ребриха Ребрихинского района — на частоте 103 МГц;

— Родино Родинского района — на частоте 103 МГц;

— Топчиха Топчихинского района — на частоте 106,1 МГц;

— Тюменцево Тюменцевского района — на частоте 103,1 МГц;

— Целинное Целинного района — на частоте 102,1 МГц;

— Чарышское Усть-Калманского района — на частоте 102,3 МГц.

Мощность каждого радиовещательного передатчика — 200 Вт, сигнал доступен более чем 200 тысячам человек.

Радиостанция "Катунь FM" впервые зазвучала в г. Барнауле 1 февраля 2011 г. на частоте 88,7 МГц. Кроме краевой столицы, вещание ведётся ещё в 17 городах и сёлах края (источники — URL: **http://altai.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-katun-fm-v-14-rayonakh-altayskogo-kraya/** и **http://altairegion22.ru/region_news/radiostantsiya-katun-fm-nachala-veschat-esche-v-14-munitsipalitetah-altaiskogo-kraya_648216.html** (23.01.18)).

АМУРСКАЯ ОБЛ. В последние дни 2017 г. в Амурской области начала вещать новая радиостанция "Комсомольская правда— Благовещенск". На частоте 100,6 МГц звучат федеральные и местные новости, интервью с гостями и звездами. От других станций города она принципиально будет отличаться форматом. Это не музыкальное, а разговорное радио в формате "history channel" (источник — URL: **https://www.amur.kp.ru/daily/26778/3812660/** (23.01.18)).

БУРЯТИЯ. 16 января к региональной сети радиостанции "Love Radio" присоединилась столица Республики Бурятия г. Улан-Удэ. Услышать программы станции в крупном культурном, научном и промышленном центре Восточной Сибири можно на частоте 89,2 МГц (источник — URL: **http://www. krutoy-media.ru/news/5088.htm** (23.01.18)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. 31 декабря филиал РТРС "Кемеровский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио России" в г. Кемерово на частоте 103,7 МГц. По решению ВГТРК вещание "Радио России" на частоте 66,56 МГц прекращено (источник — URL: **http://kemerovo.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-kemerovo/** (23.01.18)).

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. В начале 2018 г. самая прогрессивная и модная станция России "Energy" зазвучала в г. Канске, городе на востоке Красноярского края. Услышать станцию можно на частоте 102,2 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/13466** (23.01.18)).

КУРГАНСКАЯ ОБЛ. К региональной сети "Радио Дача" присоединился г. Курган. Лицензия на осуществление радиовещания принадлежит "Krutoy Media". Услышать передачи станции в административном центре Курганской области можно на частоте 91,4 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5094.html** (23.01.18)).

ОМСКАЯ ОБЛ. В г. Омске с 15 января официально прекратилось проводное радиовещание. Причиной прекращения трансляции стал отказ иркутской компании обслуживать радиосеть. За последние годы число абонентов проводного радиовещания сократилось практически в три раза — с 15 до 5 тысяч. Радиосеть исчезла в домах, где проводился капремонт кровли. Иркутянам стало невыгодно обслуживать радиосеть, и компания прекратила предоставление этой услуги.

В сельских районах Омской области проводное радио исчезло ещё в 2005 г., и теперь там практически невозможно услышать такие государственные радиостанции, как "Радио России" и "Маяк" (источник — URL: **http://www.omskinform.ru/news/115113** (23.01.18)).

ПСКОВСКАЯ ОБЛ. 3 января 2018 г. на частоте 105,8 МГц в г. Пскове зазвучало "Радио Родных Дорог" (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_1534** (23.01.18)).

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. 15 января филиал РТРС "Ростовский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио России" с включением местных программ ГТРК "ДОН-ТР" в г. Шахты на частоте 102,9 МГц.

Высота подвеса передающей антенны в г. Шахты — 75 м, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://rostov.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-rossii-v-shakhtakh/** (23.01.18)).

18 января в эфире г. Ростова-на-Дону появилась новая радиостанция "Мир", круглосуточно вещающая на частоте 90,6 МГц. Региональная редакция в Ростове-на-Дону будет ретранслировать московскую программу и

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

готовить две собственные рубрики: ежедневный вечерний "Час для вас", а также два раза в неделю в эфир будет выходить программа "Свои люди" (источник — URL: **http://newsdelo.com/2018/01/18/радио-мир-начало-вещание-в-ростове-на-д/** (23.01.18)).

С 1 января на частоте 101,6 МГц в Ростове-на-Дону звучит радиостанция "Love Radio". Она стала восьмой в портфеле брендов группы компаний "Выбери радио" (источник — URL: **http://rostov-na-donu.gkvr.ru/news/the_group_of_companies_vyberi_radio_launches_broadcasting_love_radio_in_rostov_on_don/** (23.01.18)).

РЯЗАНСКАЯ ОБЛ. С 1 января любимая радиостанция нескольких поколений "Ретро FM" начнёт вещание в Рязанской области. В городах Скопин и Сасово — на частоте 102,2 МГц, в г. Касимове — на частоте 102,8 МГц, в областном центре — на частоте 105,4 МГц (источник — URL: **https://vk.com/retrofmryazan?w=wall-44921257_1077%2Fall** (23.01.18)).

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Радио Родных Дорог" появилась в эфире г. Светлогорска 18 января на частоте 104 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_1724** (23.01.18)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. К сети регионального вещания радиостанции "Love Radio" присоединился г. Удомля. Частота вещания — 104 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5084.html** (23.01.18)).

ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ. Хабаровская краевая радиостанция "Восток России" увеличила количество точек УКВ-вещания в крае, теперь станция появилась в г. Советская Гавань на частоте 103,6 МГц.

Краевая радиостанция "Восток России" стала самой крупной региональной радиосетью на Дальнем Востоке. На сегодняшний день в распоряжении станции имеются пять УКВ-передатчиков в Хабаровске, Комсомольске-на-Амуре, Аяне, Ванино и Амурске, а также 13 средневолновых АМ-передатчиков (все работают на частоте 765 кГц). Площадь покрытия сигналом составляет 92 % населённой территории Хабаровского края. Более подробно о самой радиостанции, её частотах и передачах можно узнать на сайте **http://vostoknews.ru/**.

ЧУВАШИЯ. Радиостанция "Дорожное радио" с 14 января звучит в эфире г. Шумерля на частоте 105,9 МГц, а с 12 января — в г. Канаш на частоте 101,3 МГц (источники — URL: **https://vk.com/dorognoe?w=wall-23372133_47801** и **https://vk.com/dorognoe?w=wall-23372133_47725** (23.01.18)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

ГЕРМАНИЯ. 29 октября, после перехода на зимнее расписание трансляций, "Deutsche Welle" полностью прекратила свои последние коротковолновые передачи на английском и французском языках для стран Африки. Программы на этих языках теперь распространяются только через местные УКВ-станции. В расписании станции на коротких волнах присутствуют передачи всего лишь на шести языках для народов Африки и Юго-Восточной Азии.

УКРАИНА. С 1 января 2018 г. на частоте 1278 кГц (передатчик в с. Петровка Одесской области) на украинском языке с 04.00 до 22.00 (с 06.00 до 24.00 местного времени) транслируются программы радиоканала УР3 "Культура" Национальной общественной телерадиокомпании Украины. До этого дня на указанной частоте ежедневно с 16.00 до 20.00 транслировалась программа "Всемирной службы радиовещания Украины" (ВСРУ) на русском языке. Программы канала "Культура" хорошо слышны на европейской части России (источник — URL: **http://proradio.org.ua/news/2018jan.php** (23.01.18)).

Информация о развитии цифрового радиовещания в стране появилась на сайте Национального совета по телевидению и радиовещанию Украины. Правительство утвердило план развития цифрового радиовещания на 2018 г. и 2019 г.

В соответствии с этим планом в период с января по июнь 2018 г. в Киеве будут установлены два передатчика мощностью 2 кВт и 1 кВт, предназначенные для работы в одночастотном режиме. В 2019 г. будет смонтирован дополнительный передатчик в Броварах.

Член Национального совета Сергей Костинский назвал следующие преимущества внедрения цифрового радиовещания:

— увеличение разнообразия форматов;

— стимулирование рынка за счёт новых независимых (нишевых, региональных) радиостанций;

— сохранение радиостанций, которые имеют лицензию на вещание в УКВ-диапазоне и переживают кризис из-за непопулярности диапазона и, соответственно, имеют отток радиослушателей;

— повышение качества звукового вещания;

— уменьшение энергоёмкости радиосетей при увеличении количества программ;

— создание условий для развития дополнительного направления промышленности в сфере производства передатчиков и приёмников (источник — URL **https://www.nrada.gov.ua/en/zrobleno-pershyj-krok-dlya-vprovadzhennya-tsyfrovogo-radiomovlennya-v-ukrayini/** (23.01.18)).

ФИНЛЯНДИЯ. В течение 28 лет финское национальное радио YLE транслировало еженедельную новостную программу на латыни небольшой группе преданных слушателей по всему миру. Аудитория программы "Nuntii Latini" ("Новости на латыни") насчитывает чуть более 10000 человек, и слушатели всё чаще обращаются к Интернету за необходимым контентом. 29 декабря должно было стать днём прекращения трансляций.

Но не стоит недооценивать страсть латинских поклонников. Два бельгийских профессора Кристиан Лаус из Антверпенского университета и Дирк Сакре из Левенского университета опубликовали в финской прессе открытое письмо с призывом поддержать трансляцию, которое подписали около 3000 человек. Руководство YLE согласилось продлить вещание, по крайней мере, до 30-летнего юбилея программы в 2019 г. Напомню, что передачи транслируются на странице YLE по адресу: **https://areena.yle.fi/1-1931339**.

Рейхо Питкаранта, доцент и преподаватель латинского языка в Хельсинском университете, является одним из первых создателей пятиминутной программы, которая появилась в эфире в 1989 г. и с тех пор привлекла к себе латинских студентов, учёных и любителей языка по всему миру, от Китая и Вьетнама до Бельгии и Соединённых Штатов Америки.

YLE также предоставляет короткие новостные онлайн-программы на английском, финском, шведском, русском (**https://yle.fi/uutiset/osasto/novosti/**) и языках коренных народов саами, которые проживают в северных районах Финляндии, Норвегии, Швеции и России.

Хорошего приёма и 73!

Магнитная антенна с умножителем добротности и дистанционным управлением

С. ДОЛГАНОВ, г. Барабинск Новосибирской обл.

Эта антенна предназначена для приёма радиостанций в диапазоне 6...10 МГц на базовый радиоприёмник прямого усиления или на любой супергетеродин. Устройство состоит из антенного блока с умножителем добротности и антенным усилителем, а также базового радиоприёмника, содержащего блок управления антенным блоком и приёмник прямого усиления. Схема блока управления показана на **рис. 1**. Питают блок от сетевого стабилизированного источника питания или аккумуляторной батареи напряжением 12 В. Блок формирует стабилизированное напряжение 9 В для питания антенного усилителя в антенном блоке, напряжение перестройки по частоте и управляющее напряжение для элемента с отрицательным динамическим сопротивлением — аналога лямбда-диода.

С помощью резистора R1 осуществляют перестройку антенны по частоте. Переключателем SA1 выбирают поддиапазоны. В верхнем положении переключателя на антенный блок поступает

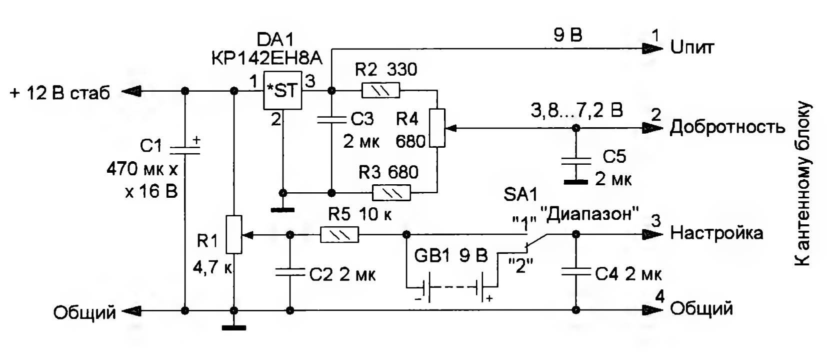


Рис. 1

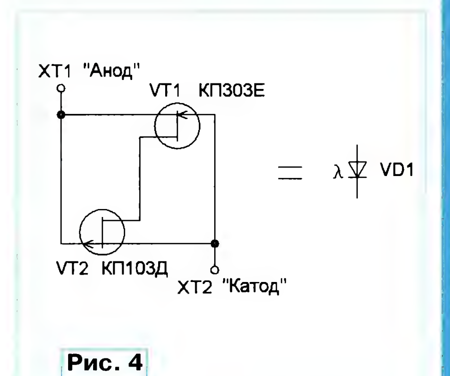


Рис. 4

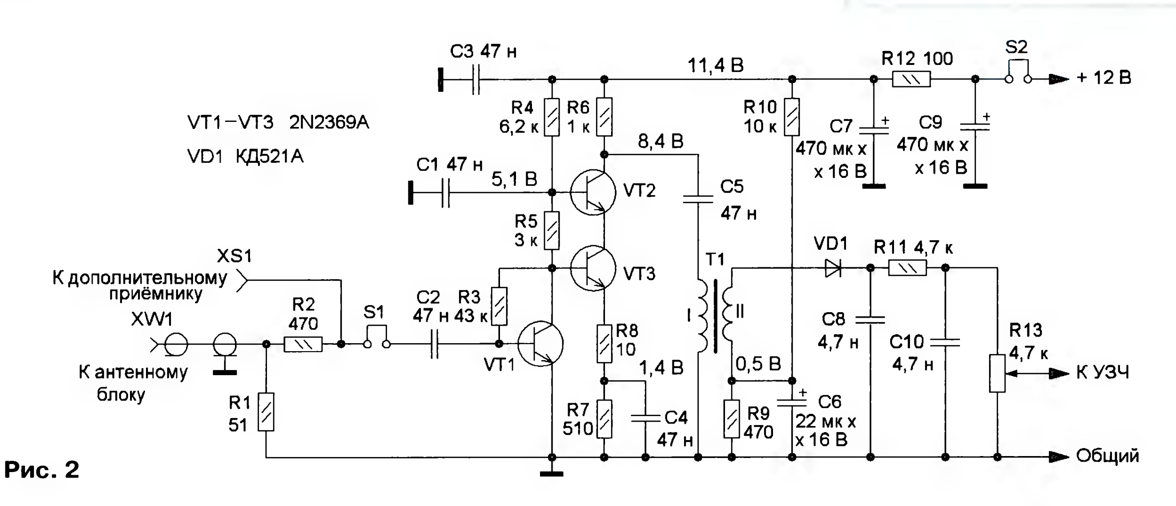


Рис. 2

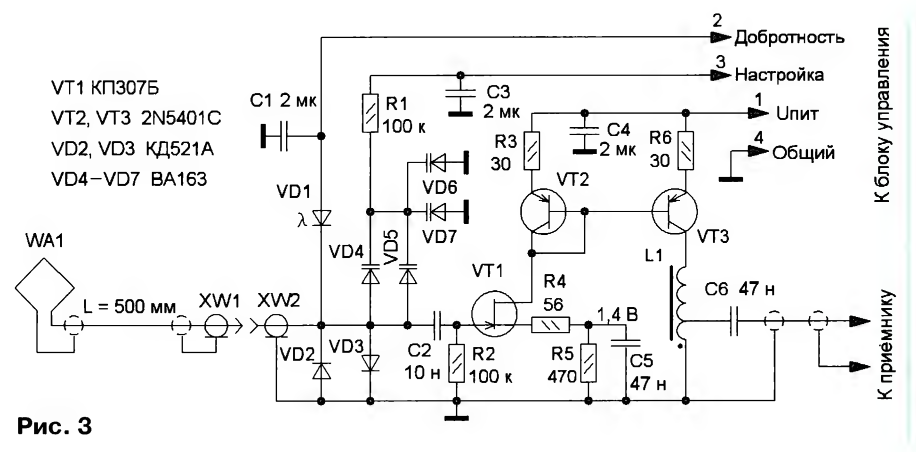


Рис. 3

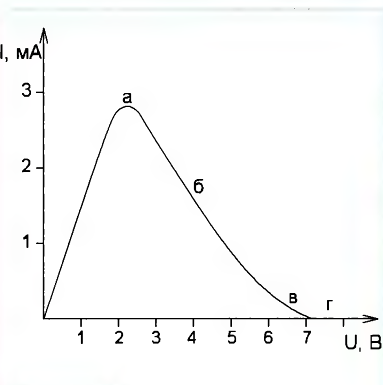


Рис. 5

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

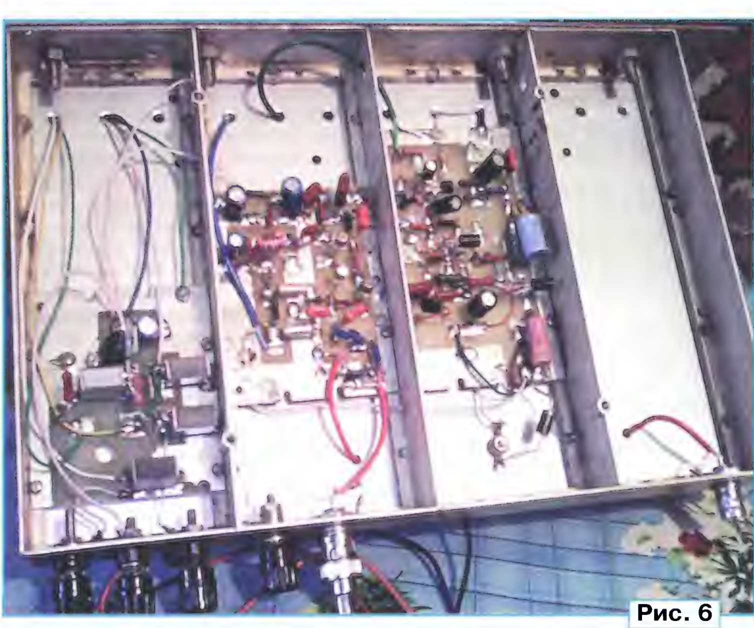


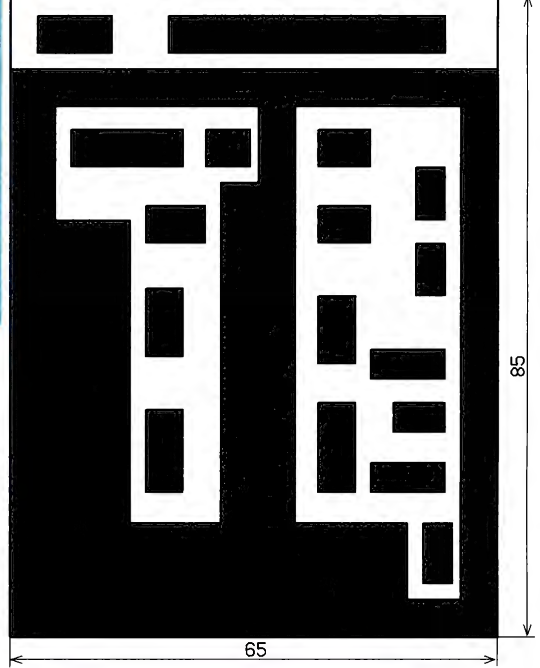
Рис. 6

напряжение перестройки 0...12 В, в нижнем положении — 9...21 В.

Схема приёмника прямого усиления показана на **рис. 2**. Его основное назначение — контроль работы умножителя добротности с магнитной антенной. Метод контроля — приём радиовещательных станций, систему АРУ он не содержит. Широкополосный ВЧ-усилитель собран на транзисторах VT1—VT3 по схеме, приведённой в [1]. Для повы-

65

70



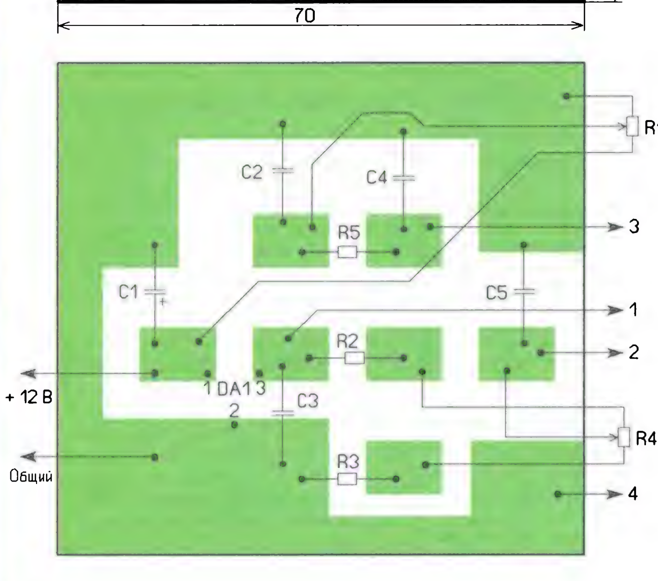


Рис. 7

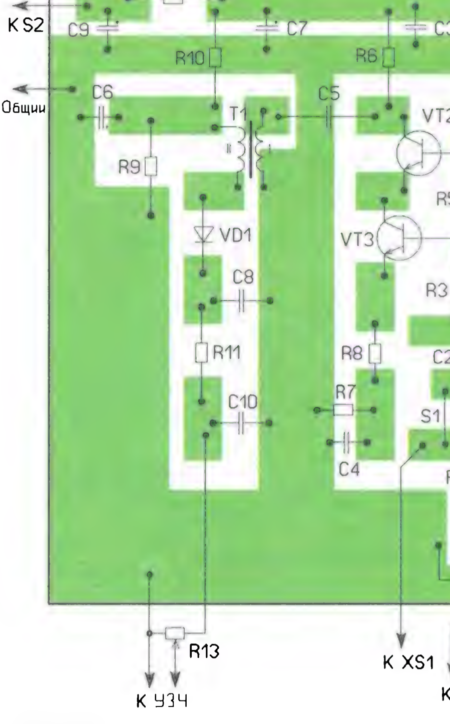
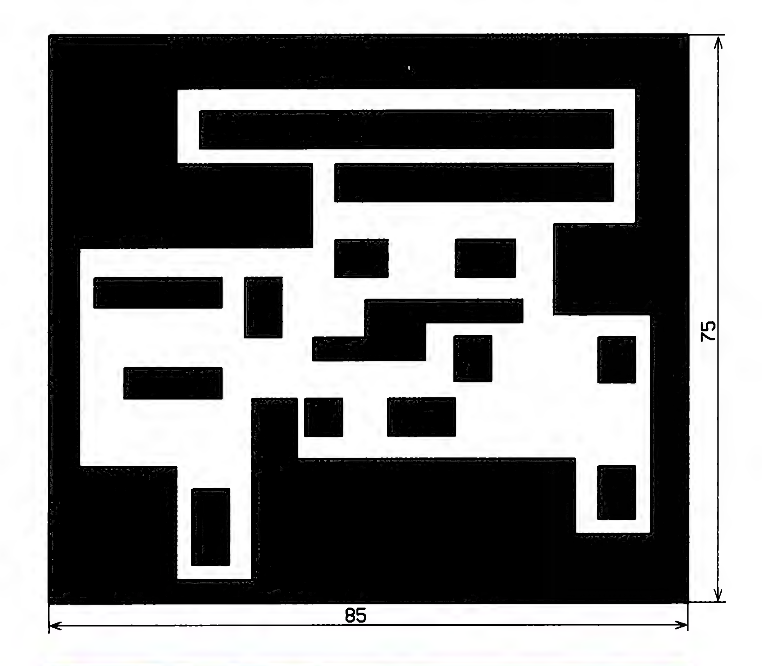


Рис. 8



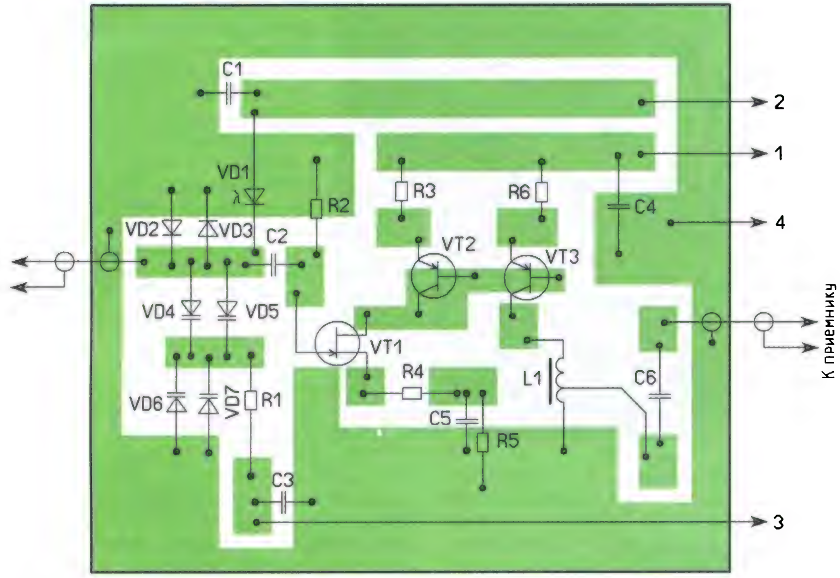


Рис. 9

шения чувствительности АМ-детектора на диоде VD1 на него с резистивного делителя R9R10 подано постоянное напряжение около 0,5 В. На входе ВЧ-усилителя установлен Г-образный аттенюатор R1R2, предназначенный для согласования коаксиального кабеля, соединяющего антенный блок с базовым радиоприёмником или антенным входом дополнительного радиоприёмника. Если у дополнительного приёмника нет антенного входа, его подключение происходит за счёт надевания цилиндра ёмкостной связи на не раздвинутую телескопическую антенну. Этот цилиндр представляет диэлектрическую трубку длиной несколько сантиметров подходящего диаметра, которая обернута сверху алюминиевой фольгой. Трубку обматывают фольгой, затем делают несколько витков зачищенного многожильного монтажного провода длиной около 500 мм и обматывают изоляционной лентой. При работе антенного блока только на дополнительный радиоприёмник возможно отключение входа усилителя ВЧ и его питания перемычками S1 и S2.

Схема антенного блока показана на **рис. 3**. Приём сигналов осуществляется с помощью магнитной рамочной антенны WA1, которая совместно с варикапами VD4—VD7 образует частотоизбирательный LC-контур, перестраиваемый по частоте напряжением, поступающим от блока управления. Диоды VD2 и VD3 защищают антенный усилитель на транзисторах VT1—VT3. Он собран по схеме, приведённой в [2].

В антенном блоке умножитель добротности собран на аналоге лямбда-диода VD1, изменяя его напряжение

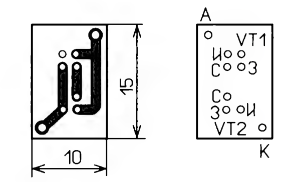


Рис. 10

питания, можно регулировать отрицательное динамическое сопротивление, которое аналог вносит в LC-контур, образованный антенной. С изменением отрицательного динамического

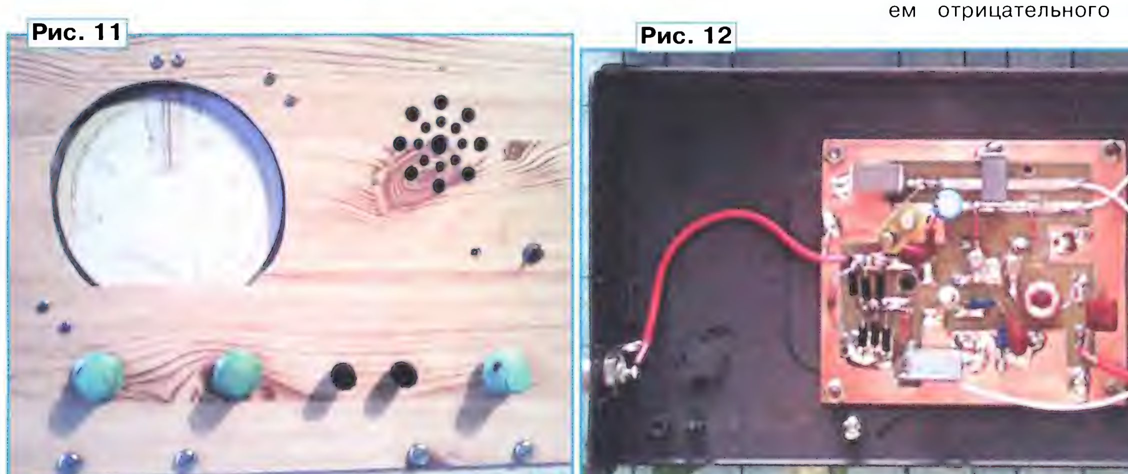


Рис. 11

Рис. 12

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

сопротивления изменяется добротность контура вплоть до возникновения генерации на частоте его настройки. С повышением добротности контура увеличивается его избирательность. Аналог лямбда-диода (**рис. 4**) собран на двух полевых транзисторах с управляющими p-n переходами и разным типом проводимости. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) аналога показана на **рис. 5**. На участке ***г*** сопротивление аналога велико и практически не влияет на параметры антенны. На участке ***в*** аналог лямбда-диода вносит отрицательное динамическое сопротивление в контур антенны, и её добротность увеличивается. При переходе на участок ***б*** возникает генерация. Этот режим используется для калибровки шкалы базового радиоприёмника. Участок ***а*** не используется.

Усилитель ЗЧ можно применить любой с питанием от напряжения 12 В. В авторском варианте он изготовлен по схеме, приведённой на с. 19 в [3]. Описание процедуры налаживания усилителя ЗЧ приведено там же. Питание усилителя ЗЧ от цепи 12 В осуществляется через резистор 150 Ом мощностью 0,5 Вт. Это обеспечивает развязку каскадов ВЧ от каскадов НЧ. Ёмкость оксидного конденсатора C17 (см. схему в [3]) в цепи питания усилителя ЗЧ увеличена до 470 мкФ.

Базовый радиоприёмник собран на металлическом секционированном шасси шириной 180, длиной 270 и высотой 35 мм (**рис. 6**). Каждый узел (блок управления, базовый приёмник и усилитель ЗЧ) собран на отдельной односторонней печатной плате, изготовленной с помощью резака из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Ненужные участки фольги удаляют. Чертёж печатной платы блока управления показан на **рис. 7** (вариант без батареи GB1 и переключателя SA1). Чертёж печатной платы приёмника показан на **рис. 8**, а антенного блока — на **рис. 9**. В требуемых местах плат просверлены отверстия диаметром 2...3 мм для крепления их с помощью винтов к шасси.

В устройстве применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, переменный резистор R1 в блоке управления — СП-1, остальные могут быть любых типов. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — плёночные или керамические.

В ВЧ-усилителе приёмника можно применить маломощные ВЧ-транзисторы структуры n-p-n, например, серий КТ368, 2N5551, при этом может потребоваться подбор резистора R3 для получения постоянных напряжений, показанных на рис. 2. Диод VD1 — любой маломощный высокочастотный кремниевый. Трансформатор T1 намотан на ферритовом кольце проницаемостью 600НН диаметром 10 мм проводом ПЭЛ 0,3. Первичная обмотка содержит 45 витков, вторичная — 15 витков.

В антенном блоке транзисторы 2N5401C можно заменить транзисторами 2N2894. Замена транзистора КП307Б — любой n-канальный высокочастотный с управляющим p-n переходом и начальным током стока не менее 4 мА. Катушка L1 намотана на таком же ферритовом кольце тем же проводом и содержит 25 витков, с отводом от четвёртого.


Рис. 13

Полевые транзисторы аналога лямбда-диода смонтированы на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Её чертёж показан на **рис. 10**. Можно обойтись и без печатной платы, изготовив плату из текстолита и распаяв выводы транзисторов в соответствии со схемой, используя отрезки лужёного провода.

Передняя стенка базового радиоприёмника сделана "на скорую руку" из ДВП-панели. На ней размещены динамическая головка и все органы управления (**рис. 11**). Резистор перестройки по частоте снабжён круговой шкалой с верньером. Плата антенного усилителя установлена в пластмассовой коробке подходящих размеров (**рис. 12**). Если он будет размещён внутри помещения, с антенной его соединяют отрезком коаксиального кабеля длиной около 50 см. В этом случае верхняя граница диапазона рабочих частот — 10 МГц. При непосредственном подключении антенного усилителя к антенне верхняя граница перестройки будет около 12 МГц. Но в этом случае плату усилителя надо защитить от влаги.

Кабель связи базового радиоприёмника с антенным блоком длиной около 15 м. Он состоит из коаксиального кабеля RG-58 и четырёх многожильных изолированных проводов с внутренним диаметром 0,5 мм. Кабель и провода складывают вместе и скрепляют между собой с помощью изоляционной ПВХ-ленты.

Градуировку шкалы проводят следующим образом. Подключают к устройству дополнительный радиоприёмник с цифровой шкалой и настраивают его на желаемую частоту. Переводят антенный блок в режим генерации и перестраивают его, пока сигнал не попадёт в дополнительный приёмник, и делают соответствующую отметку на шкале.

Сама антенна (**рис. 13**) изготовлена из алюминиевого обруча диаметром 700 мм, который закреплён на текстолитовой пластине. Сначала в неразрезанном обруче сверлятся отверстия для крепежа. Обруч накладывают на пластину и сверлят в ней "по месту" отверстия для его крепежа. Затем сверлят отверстия для крепления пластины на мачте или оконном проёме, а также отверстия для крепления коаксиального кабеля. В последнюю очередь в обруче в соответствующем месте выпиливают участок длиной 50 мм и устанавливают его на пластину. Места контактов обруча и коаксиального кабеля надо защитить от попадания влаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рубцов В.** Двухдиапазонный приёмник "Mini-Test-2 band". — Радио, 2007, № 5, с. 64—66.

2. **Гуськов В.** Каскодный усилитель. — Радио, 2003, № 11, с. 34.

3. **Маслаев В., Сергеев Б.** Схемотехника "карманных" радиоприёмников. — В помощь радиолюбителю, 1990, вып. 106, с. 3—38.

Приставка для увеличения входного сопротивления мультиметра

А. ГАВРИЛОВ, г. Таллинн, Эстония

Автор предлагает приставку, повышающую входное сопротивление мультиметров, для измерения напряжения в высокоомных цепях.

Большинство производимых сегодня мультиметров (UNI-T, APPA, MЕTERMAN и т. д.) имеют входное сопротивление не более 10 МОм. Однако в некоторых случаях, когда измерения проводят в высокоомных цепях, этого может оказаться недостаточным. Автор статьи столкнулся именно с такой проблемой. Её решение оказывается наиболее простым, если использовать буферный повторитель напряжения, к выходу которого подключают мультиметр. Такую приставку проще всего собрать на основе операционного усилителя (ОУ). Важен выбор самого ОУ, который должен иметь высокое входное сопротивление. Желательно также, чтобы он имел возможно широкий интервал входного напряжения. Выбор пал на недорогой ОУ LF356 с полевыми транзисторами на входе. Напряжение питания его находится в пределах 2×5...2×22 В и максимальное входное напряжение (которое должно оставаться меньше питающего) — ±20 В. Входное сопротивление микросхемы равно 1 ТОм, а входная ёмкость — 3 пФ.

Первоначальный вариант такой приставки был собран с питанием от сети, но из-за трудноустранимых сетевых наводок в конечном итоге использовано автономное питание от двух батарей "Крона" (6F22, 6LF22, 6LR61) напряжением по девять вольт. Приставка собрана в экранированном корпусе размерами 115×85×55 мм, спаянном из фольгированного стеклотекстолита. Заметим здесь, что из-за высокого входного сопротивления приставки должны быть применены коаксиальные входные клеммы. Схема этой простой приставки, содержащей минимум элементов, приведена на **рис. 1**, а общий её вид — на **рис. 2**. Приставка потребляет ток около 5 мА. Ввиду простоты схемы чертёж печатной платы не приводится.

Подстроечный резистор R4 служит для установки нуля на выходе приставки при отсутствии постоянного напряжения на входе. Цепь из светодиода HL1, стабилитрона VD1 и резистора R6 служит для индикации включения питания. При уменьшении напряжения каждой батареи до 7,8 В светодиод полностью гаснет.

В качестве "подсобного инструмента" для измерения входного сопротивления был использован прецизионный конденсатор с полистирольным диэлектриком К71-7 ёмкостью 0,1 мкФ (±0,5 %) и номинальным напряжением 250 В. Для того чтобы определить сопротивление утечки конкретного экземпляра, конденсатор заряжался до напряжения 30 В и отключался от источника. Через каждый час напряжение на нём измерялось высокоомным вольтметром. В течение первых часов напряжение уменьшалось приблизительно по экспоненциальному закону с постоянной времени $T \approx 8 \cdot 10^5$ с. Отсюда можно вычислить сопротивление утечки — $R \approx 8000$ ГОм.

В приставке применены резисторы КЛМ (R1—R3). Сопротивление этих резисторов, помимо десятипроцентного разброса, подвержено также старению (тем более, что срок хранения применённых резисторов ещё советского производства достигал 40 лет). Сопротивление резисторов было измерено омметром с пределом измерения 400 МОм. Измеренное суммарное сопротивление резисторов R2 и R3 оказалось равным 230 МОм. Номинальное сопротивление резистора R1 — 10 ГОм. Проведённые измерения с помощью источника напряжения и аттенюатора показали, что реальное сопротивление этого резистора 8430 МОм.

Дальнейшие измерения напряжения на упомянутом разряжаемом конденсаторе, подключённом к ОУ, показали, что для постоянного тока этими резисторами определяется входное сопротивление приставки. Им для входа 1 является сопротивление резисторов R2 и R3 — 0,23 ГОм, а для входа 2 сопротивление резисторов R1—R3 — 8,66 ГОм.

Отметим, что выбором резисторов R1—R3 входные сопротивления при необходимости могут быть значительно увеличены. Однако заметим также, что неинвертирующий вход микросхемы (вывод 3) всё же через резистор (пусть достаточно большого сопротивления) должен быть соединён с общим проводом. Вывод 4 минусового источника питания находится рядом с выводом 3. И если исключить этот резистор, то входное сопротивление повторителя оказывается настолько большим, что сопротивление между этими выводами оказывается сравнимым с входным сопротивлением повторителя. В результате и при отсутствии входного напряжения на выходе появляется отрицательное напряжение относительно общего провода (в моём случае оно оказалось –6,6 В).

При напряжении питания 2×9 В линейная зависимость между входным и выходным напряжениями (их равенство при использовании входа 1) сохранялась до входного напряжения ±7,1 В. При напряжении питания ±7,9 В это значение уменьшилось до ±5,5 В. С учётом этого максимальное входное напряжение для входа 1 — ±5 В. Для входа 2 оно равно ±200 В. В последнем случае, чтобы получить истинное значение входного напряжения, нужно измеренное мультиметром напряжение умножить на коэффициент пересчёта: k = (R1+R2+R3)/(R2+R3). В нашем случае k = 37,65.

С помощью приставки к мультиметру можно измерять и переменное напряжение. С точностью ±1 % выходное напряжение равно входному (при использовании входа 1) для полосы частот 0...2 МГц. Для входа 1 и частоты 100 Гц входное сопротивление равно 100 МОм, а для входа 2 — 350 МОм. При повышении частоты измеряемого напряжения входное сопротивление уменьшается пропорционально увеличению этой частоты.

Шум на выходе включённой с открытым входом приставки измерялся мультиметром APPA-109N. Этот прибор измеряет переменное напряжение с разрешением 1 мкВ до частоты приблизительно 250 кГц (с калиброванной погрешностью до 100 кГц). При минимизации внешних наводок (таких, например, как электрическая сеть рядом с приставкой и пр.) напряжение шума — менее 1 мкВ.

В заключение отметим, что, помимо применённой микросхемы, могут быть использованы и другие, например, LF155, LF355, TL061, TL071. Для двух последних сопротивление подстроечного резистора R4 следует увеличить до 100 кОм.

XW1 Вход 2; XW2 Вход 1; R1 10 Г (8,43 Г); R2 150 М (117 М); R3 150 М (113 М); DA1 LF356; R4 33 к; R5 3,3 к; XS1; XS2; К мультиметру; VD1 BZX85C13; R6 15 к; HL1 LED3-B-LC; SA1.1; SA1.2; GB1 9 В; GB2 9 В

Рис. 1



Рис. 2

Питание тестера ТЛ-4 от аккумуляторов типоразмера 4/5SC

А. КУЗЬМИНОВ, г. Москва

Тестеры ТЛ-4, ТЛ-4М и ТЛ-4М2, несмотря на свой преклонный "возраст", всё ещё популярны среди радиолюбителей. Обладателям этих тестеров, каковым является и автор статьи, в последнее время приходится сталкиваться с относительной трудностью приобретения гальванических элементов типоразмера R10 или LR10 для его питания. Недорогие солевые элементы R10 Camelion, которые ещё несколько лет назад можно было легко приобрести, сейчас практически недоступны. Аналогичные отечественные гальванические элементы, которые можно применить для питания этого тестера, — А332 Эра (LR10, напряжение — 1,5 В, размеры — 20×37 мм), в широкой продаже найти довольно трудно. В связи с этим продавцы "задирают" цены на них до заоблачных высот (до пятикратного размера их обычной стоимости).

Поэтому автор задался вопросом: а нельзя ли использовать для питания тестера ТЛ-4 аккумуляторы подходящего размера? Как оказалось, подобные аккумуляторы существуют, доступны, а стоимость некоторых из них даже ниже стоимости элемента LR10. Это аккумуляторы 4/5SC (23×34 мм), которые широко применяются в источниках питания шуруповёртов. Аккумуляторы этого типоразмера бывают никель-кадмиевыми (Ni-Cd) и никель-металлогидридными (Ni-MH), их ёмкость — от 1 до 4 А·ч, и выпускают их многие компании, причём стоимость Ni-Cd аккумуляторов небольшой ёмкости (1,2 А·ч) даже меньше стоимости элемента LR10. Длина аккумуляторов (34 мм) позволяет свободно разместить их в батарейном отсеке тестера ТЛ-4. Для более плотного контакта с лепестками отсека между ними и корпусом необходимо проложить отрезок широкой ПВХ-трубки (кембрика). А вот диаметр аккумулятора (23 мм) на 3 мм превышает диаметр элемента LR10 (20 мм), в связи с чем крышку батарейного отсека тестера ТЛ-4 с этими аккумуляторами закрыть до конца невозможно.



Рис. 1

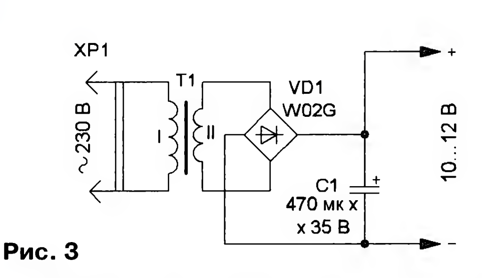


Рис. 2

В принципе, с этим можно и смириться, но если в крышке сделать небольшую выемку глубиной около 2 мм с помощью шарообразного абразивного бора диаметром 10 мм (**рис. 1**) и электродрели, то крышка легко закрывается (**рис. 2**). На такую доработку уйдёт всего несколько минут. Напряжения двух аккумуляторов достаточно для нормального функционирования тестера. При измерении сопротивления на пределе "×1Ω" (1 Ом) без проблем можно установить стрелку на "0", а это самый критичный к напряжению питания вариант измерений. На других пределах тестер нормально работает даже на "севших" элементах питания.

Число циклов зарядка—разрядка этих аккумуляторов — несколько сотен, поэтому они могут служить достаточно долгое время.

В качестве зарядного устройства могут служить любые специализированные блоки, предназначенные, например, для зарядки аккумуляторов типа АА, однако автор уже достаточно длительное время пользуется собственно изготовленным зарядным устройством, предназначенным для зарядки аккумуляторов различных типов. Схема устройства показана на **рис. 3**. Оно собрано на достаточно известной и недорогой микросхеме L200C, с помощью которой можно ограничить ток зарядки и выходное напряжение. Конденсаторы C2 и C3 — блокировочные. Максимальный выходной ток $I_{макс}$ можно установить подборкой резистора R1: $I_{макс}$ = 0,45/R1 = 0,22 А, а максимальное выходное напряжение $U_{макс}$ зависит от отношения сопротивления резисторов R2 и R3, в данном случае $U_{макс}$ = 2,73(1+R2/R3) = 8,7 В.



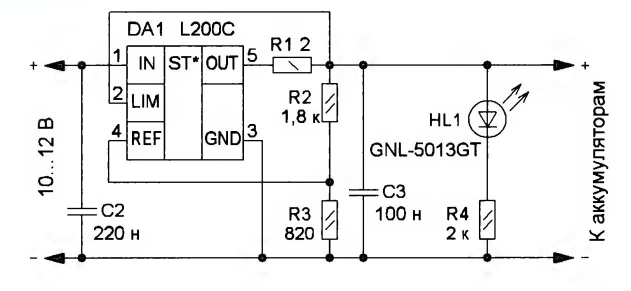


Рис. 3

Если таким зарядным устройством планируется пользоваться редко, для его питания можно применить сетевой нестабилизированный или лабораторный блок питания с выходным напря-

РАДИО®
ИЗМЕРЕНИЯ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

жением 10...12 В. В авторском варианте был применён сетевой нестабилизированный блок питания на трансформаторе Т1, диодном мосте VD1 и сглаживающем конденсаторе С1. Трансформатор может быть любым, рассчитанным на выходное напряжение вторичной обмотки 9 В с максимальным током 0,3...0,5 А. Автор применил малогабаритный тороидальный трансформатор мощностью около 3 Вт размерами 40×10 мм.

Светодиод HL1 включён последовательно с токоограничивающим резистором R4 и может индицировать как наличие выходного напряжения зарядного устройства (яркость свечения больше), так и факт подключения к нему двух аккумуляторов, в этом случае его яркость существенно уменьшается, поскольку на них будет падать напряжение не более 2,9 В. Подключив зарядное устройство к сети и затем установив аккумуляторы, можно убедиться в снижении яркости свечения светодиода. Это свидетельствует о том, что зарядка аккумуляторов происходит в штатном режиме.

Применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидный конденсатор — импортный, остальные — керамические или плёночные, диодный мост W02G можно заменить любым мостом из серии W0xx или отдельными выпрямительными диодами, например, любыми из серии 1N400x. Светодиод можно применить любой маломощный, желательно зелёного свечения.



Рис. 4

Все элементы (кроме трансформатора и светодиода) установлены на макетной плате с применением проводного монтажа, которая размещена в корпусе зарядного устройства. Микросхема DA1 установлена на ребристом теплоотводе площадью поверхности около 20 см^2.

Для зарядки аккумуляторов типоразмера 4/5SC были применены недорогие держатели BHC-CR123A, которые сравнительно легко приобрести. Они предназначены для элементов и аккумуляторов типоразмера CR123A (16,8×34,5 мм). Для лучшего размещения аккумулятора типоразмера 4/5SC в этом отсеке потребуется удалить по 2...3 мм с боковых стенок, а для более плотного контакта с лепестками отсека надо прижать аккумулятор 4/5SC к отсеку резиновым кольцом (**рис. 4**). Продолжительность зарядки аккумуляторов определяется их ёмкостью. Например, при ёмкости аккумулятора 1800 мА·ч она составит 1800/220 = = 8,18 ч ≈ 9 ч. Продолжительность зарядки аккумуляторов ёмкостью 1200 мА·ч — 6 ч.

Сетевой пробник

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

В повседневной работе электрики часто используют простейшие измерительные приборы — пробники. Для выполнения большинства работ достаточно двух устройств, работающих по принципу да/нет, это — индикаторы сетевого напряжения и короткого замыкания. Традиционно индикатор сетевого напряжения, позволяющий определить, находится ли контролируемая цепь под напряжением и найти фазный провод, делают на неоновой лампе, а индикатор короткого замыкания, позволяющий определить целостность цепи, выполняют из последовательно соединённых батареи гальванических элементов и малогабаритной лампы накаливания.

Такие пробники имеют ряд недостатков, в частности, при случайном подключении индикатора короткого замыкания к цепям, находящимся под сетевым напряжением, перегорает лампа накаливания. Наличие двух устройств приводит к неудобству их использования — перед проверкой целостности цепи необходимо убедиться в отсутствии в ней напряжения.

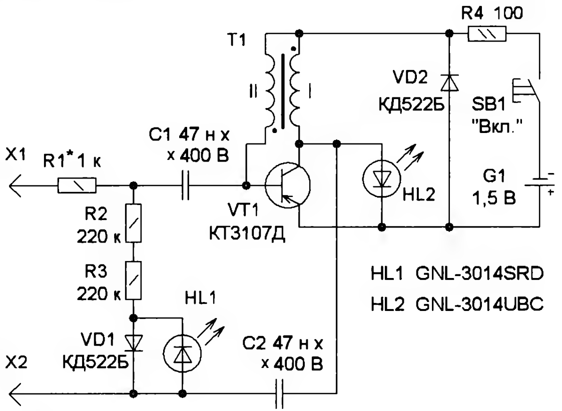


Рис. 1

Эти недостатки устранены в предлагаемом пробнике, схема которого показана на **рис. 1**. Оба индикатора объединены в единую конструкцию, а применение в качестве элементов индикации светодиодов различного свечения позволяет однозначно оценивать состояние проверяемой цепи и комфортно работать при любых уровнях освещения. Этот пробник предназначен для использования при выполнении монтажных, пуско-наладочных и ремонтно-восстановительных работ в цепях и электроустановках напряжением 110...400 В промышленной частоты 50 и 60 Гц.

Индикатор сетевого напряжения выполнен на светодиоде HL1 красного свечения. Резисторы R1—R3 ограничивают ток через этот светодиод на безопасном для него уровне. Применение двух последовательно включённых резисторов одного номинала (R2 и R3) позволило применять индикатор в цепях с напряжением до 400 В. Диод VD1 защищает светодиод HL1 от напряжения обратной полярности. Резистор R1, кроме основной функции, о которой будет сказано далее, выполняет функцию предохранителя и перегорает при возможном электрическом пробое элементов пробника.

Прозвонка электрических цепей в пробнике, в отличие от традиционных, производится не постоянным током, а импульсным током повышенной частоты. Это дало возможность развязать индикатор короткого замыкания от измеряемой цепи по

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

постоянному току, а наличие напряжения 230 В частотой 50 Гц на входе пробника не выводит его из строя. Индикатор короткого замыкания работает на частоте около 50 кГц. Влияние индуктивности и ёмкости проводки незначительное, это проверялось для проводов различных типов длиной до 200 м.

На транзисторе VT1 и трансформаторе Т1 по схеме блокинг-генератора собран генератор импульсов. Его питание осуществляется от одного гальванического элемента G1, параметрического стабилизатора напряжения на резисторе R4 и включённом в прямом направлении диоде VD2. Выходное напряжение стабилизатора — около 0,6 В, что дало возможность обеспечить стабильную работу генератора вплоть до полной разрядки элемента питания.


Рис. 2

Подключение индикатора короткого замыкания к щупам пробника выполнено через конденсаторы C1 и C2, представляющие значительное сопротивление для тока частотой 50 Гц. Активное и индуктивное сопротивление обмоток трансформатора Т1, включённых последовательно с конденсаторами C1 и C2, весьма мало, и падение напряжения на них при подключении к сети не превышает нескольких милливольт, что безопасно для транзистора VT1. Резистор R1 снижает амплитуду зарядного тока конденсаторов C1 и C2, что повышает надёжность пробника. Разрядка этих конденсаторов при отключении пробника от измеряемой цепи, находящейся под напряжением, происходит через элементы T1, VD1, HL1, R2 и R3, что позволяет избежать удара током, хоть и небольшого, при прикосновении к щупам пробника после отключения его от сети 230 В.

Работает индикатор короткого замыкания следующим образом. При нажатии на кнопку SB1 подаётся питание на генератор. Начинает светить светодиод HL2 синего свечения, подключённый к выходу генератора. Если замкнуть щупы X1 и X2 или подключить их к цепи с сопротивлением не более 100 Ом, через элементы C1, C2, R1 и контролируемую цепь с коллектора VT1 на его базу будет подан сигнал отрицательной обратной связи. Под её воздействием амплитуда импульсов на выходе генератора уменьшится, и её станет недостаточно для свечения светодиода HL2. Если нажать на кнопку SB1 при подаче на щупы пробника сетевого напряжения (светится светодиод HL1), цепь отрицательной обратной связи будет замкнута через небольшое внутреннее сопротивление сети и светодиод HL2 светить не будет.

Таким образом, при исправной электропроводке светодиоды HL1 и HL2 всегда светят раздельно, HL1 — только при наличии сетевого напряжения между щупами X1 и X2, а HL2 — только при большом сопротивлении между щупами. При проведении ремонтно-восстановительных работ после аварии возможна ситуация, когда оба светодиода светят одновременно. Это свидетельствует о том, что электропроводка неисправна — имеет недопустимо большое сопротивление или низкое сопротивление изоляции. Такая электропроводка требует ремонта или замены.

К деталям устройства особых требований не предъявляется. Резисторы могут быть МЛТ, С2-23, конденсаторы должны быть на номинальное напряжение не менее 400 В. Весьма надёжны конденсаторы от ЭПРА КЛЛ. Оттуда же взят ферритовый кольцевой магнитопровод диаметром 10 мм для трансформатора Т1. Обе его обмотки намотаны вдвое сложенным эмалированным проводом диаметром 0,18 мм и содержат по 16 витков. Начало одной обмотки соединяют с концом второй и подключают к линии питания. Диоды — любые маломощные кремниевые, а светодиоды — повышенной яркости свечения диаметром 3 мм. Транзистор — любой маломощный кремниевый структуры p-n-p с коэффициентом передачи тока базы не менее 100. Если изменить полярность включения светодиода HL2, диода VD2 и элемента питания GB1, можно применить транзистор структуры n-p-n, например, серии 3102. Кнопка SB1 — малогабаритная с самовозвратом, она должна иметь длинный толкатель из изоляционного материала.

Если применить малогабаритные детали, а в качестве источника питания использовать элемент типоразмера AAA, то пробник можно собрать на макетной плате размерами 100×10 мм (**рис. 2**) с применением проводного монтажа. Элемент питания фиксируют на плате несколькими витками изоляционной ленты, заменять его приходится не чаще одного раза в год. Корпусом пробника послужил корпус маркера. Для толкателя кнопки в нём просверлено отверстие, напротив светодиодов вырезано окно размерами 4×10 мм, заклеенное двумя слоями прозрачной липкой ленты. Это защищает пробник от попадания внутрь посторонних предметов и создаёт достаточную светорассеивающую поверхность. Плату после налаживания покрывают несколькими слоями нитролака. Щуп X1 изготовлен из винта М3×35, установленного на месте пишущего узла. Изнутри под головку винта подложен лепесток с припаянным проводом, гайку следует законтрить каплей нитрокраски. Щуп X2 — "крокодил", припаянный к проводу с надёжной изоляцией длиной примерно 0,4 м. Плата в корпусе зафиксирована кусочками поролона.

Налаживание пробника заключается в подборке резистора R1, которым устанавливается глубина отрицательной обратной связи. При замкнутых щупах светодиод HL2 должен быть погашен, при их подключении к сопротивлению 100 Ом и более — светить. При работе с пробником необходимо соблюдать требования техники безопасности.

РАДИО® ИЗМЕРЕНИЯ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2018

Компактный регулятор мощности паяльника

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Длительное время для регулировки мощности электропаяльника автор пользовался регулятором, собранным по схеме, близкой к опубликованной в [1]. Но после того как установленный в нём переменный резистор пришёл в негодность, было решено не ремонтировать старый регулятор, а изготовить новый, применив в нём более доступные детали, извлечённые из негодной радиоаппаратуры.

При разработке нового регулятора учитывалось, что он должен иметь небольшие размеры и массу, поскольку предполагалось использовать его не только дома, но и "на выезде". В его выходном напряжении должна отсутствовать постоянная составляющая. Он должен обладать большой механической прочностью, быть безопасным в эксплуатации и, наконец, иметь простую конструкцию и низкую стоимость.

Принципиальная схема разработанного регулятора представлена на **рис. 1**. Его вилку XP1 подключают к электросети. На розетку XS1 сетевое напряжение поступает без изменений, лишь пройдя через фильтр L1C1. Резистор R1 ускоряет разрядку конденсатора C1 после отключения вилки XP1 от сети. Розетка XS1 полезна, если в помещении отсутствуют свободные сетевые розетки, и чтобы включить паяльник, приходится отключать от одной из них электроприбор, не требующий регулирования напряжения питания.

Эффективное значение напряжения на розетке XS2, а следовательно, и мощность, потребляемую подключённой к ней нагрузкой, можно регулировать переменным резистором R5. Подключать к ней можно электропаяльник или другой нагревательный либо осветительный прибор, некритичный к форме питающего напряжения.

Рис. 1

В отличие от регулятора, описанного в [1], напряжение на выходе предлагаемого устройства (розетке XS2) при любом положении органа регулировки (переменного резистора R5) не содержит постоянной составляющей. Поэтому оно не может повредить случайно подключённые к розетке XS2 электроприборы, в которых имеются питающиеся от сети трансформаторы, асинхронные электродвигатели и другие элементы, сопротивление которых постоянному току значительно меньше, чем переменному.

На высоковольтных транзисторах VT1 и VT2 собран маломощный аналог тринистора. В начале каждого полупериода сетевого напряжения конденсатор C2 начинает заряжаться через резисторы R3, R6 и переменный резистор R5. Как только напряжение между обкладками этого конденсатора достигает приблизительно 0,6 В, транзисторы VT1 и VT2 лавинообразно открываются и протекающий через них ток превышает значение, необходимое для открывания симистора VS1. Это происходит тем позже, чем больше суммарное сопротивление упомянутых выше резисторов.

В этот момент симистор открывается и на нагрузку, подключённую к розетке XS2, начинает поступать сетевое напряжение. Вследствие открывания симистора уменьшается напряжение, приложенное к аналогу тринистора, поэтому транзисторы VT1 и VT2 закрываются, а конденсатор C2 разряжается через резистор R2. В конце полупериода, когда мгновенное значение тока нагрузки уменьшается почти до нуля, симистор закрывается. В следующих полупериодах описанные процессы повторяются. В каждом из них сетевое напряжение поступает на нагрузку в течение тем меньшей доли длительности полупериода, чем больше суммарное сопротивление резисторов R3, R5, R6.

Дроссель L2 немного понижает уровень создаваемых устройством импульсных помех. Фильтр L1C1 уменьшает уровень помех, как поступающих из сети в регулятор, так и проникающих в неё из самого регулятора.

Светодиод HL1 светит тем ярче, чем больше средневыпрямленное напряжение на розетке XS2. Поскольку мощность, потребляемая нагрузкой, зависит от среднеквадратичного (эффективного), а не средневыпрямленного значения напряжения, судить о степени снижения мощности по яркости свечения светодиода можно лишь приблизительно. Нужно отметить, что в изготовленном регуляторе яркость светодиода HL1 изменяется при вращении вала переменного резистора R5 даже при отключённой от розетки XS2 нагрузке. Это говорит о том, что регулятор способен работать с нагрузкой мощностью менее 1 Вт.

Ток через светодиод ограничивает пара резисторов R4, R10. Два резистора вместо одного повышают электробезопасность регулятора. С этой же целью вместо одиночных резисторов применены их пары R3, R6 и R9, R11.



Рис. 2

РАДИО
РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Регулятор собран в корпусе из полистирола от сетевого адаптера-вилки размерами 60×45×40 мм. Контактные штыри сетевой вилки адаптера удалены. Вместо этого из корпуса выпущен сетевой шнур 2×0,5 мм^2 длиной 2,5 м с вилкой XP1. Внутренние силовые соединения выполнены многожильными монтажными проводами сечением 0,75...1 мм^2. Вид регулятора с открытой крышкой корпуса показан на **рис. 2**. Детали узла управления симистором размещены на показанной на **рис. 3** монтажной плате размерами 40×19 мм, установленной внутри корпуса. Они соединены проводами и выводами с обратной стороны платы.

Переменный резистор R5 — малогабаритный с линейной зависимостью сопротивления от угла поворота вала. Номинальное сопротивление этого резистора может быть от 330 до 680 кОм (чем больше, тем лучше), мощность — не менее 0,5 Вт. У меня установлен импортный переменный резистор неизвестного типа. Однако можно применить и отечественный, например, СП4-1 или СП3-9а. Металлический корпус переменного резистора оставляют неподключённым.

Резисторы R9 и R11 желательно установить импортные невозгораемые или разрывные. Остальные — любые общего применения, например, С1-14, С2-33 указанной на схеме мощности. Конденсатор C1 — плёночный с номинальным постоянным напряжением 630 В или переменным 275 В. Подойдут, например, К73-17 или К73-39. Конденсатор C2 — оксидный танталовый. Учтите, что у импортных танталовых конденсаторов прямоугольной формы широкой полосой отмечен плюсовой вывод, а у аналогичных окукленных конденсаторов — минусовый. У отечественных конденсаторов К53-19, К53-30 плюсовой вывод толще минусового. Не используйте в качестве C2 оксидный алюминиевый конденсатор.

Вместо диодов 1N4148 подойдут любые маломощные кремниевые диоды. Диодный мост PJ17 извлечён из электронного балласта компактной электролюминесцентной лампы, но можно применить любой из КЦ422Г, DB104—DB107, RB154—RB157. Таким же диодным мостом можно заменить тот, что собран из диодов 1N4148. Замена транзистора KF13001 — MJE13001, MJE13003, KSE13003, 2N6517, MPSA44, а транзистора 2SA1625 — 2N6520, 2SA1626, 2SA1776. Обратите внимание, что расположение одноимённых выводов этих транзисторов может быть разным.

Симистор BCR8PM-14LE в изолированном корпусе TO-220F установлен на теплоотвод, сделанный из отрезка алюминиевого уголка 20×20 мм длиной 40 мм. Потайные головки винтов, крепящих теплоотвод к корпусу регулятора, с внешней стороны залиты полистиролом.

Указанный симистор можно заменить другим с допустимым напряжением в закрытом состоянии не менее 600 В и максимальным током в открытом состоянии не менее 7 А. Чем больше этот ток, тем лучше, поскольку симистор должен выдержать многократно превышающий номинальный пусковой ток, например, случайно подключённой к розетке XS2 лампы накаливания или импульсного блока питания большой мощности. Если будет применён симистор с очень маленьким током управления, может потребоваться установить резистор R8 меньшего сопротивления. Этот резистор припаян непосредственно к выводам симистора.

Розетки XS1, XS2 (самодельные из латунных или стальных хромированных трубок) сделаны аналогично описанным в [2]. Если сетевая вилка XP1 разборная, провода сетевого шнура рекомендуется припаять к её штырям в дополнение к винтовому креплению. Дроссель L1 — ферритовый цилиндр длиной 24 мм, надетый на шнур питания и зафиксированный на нём термоусаживаемыми трубками. Дроссель L2 (от импульсного блока питания) содержит 16 витков провода диаметром 0,62 мм, намотанных на кольцевой ферритовый магнитопровод типоразмера 12,5×7,5×5 мм.

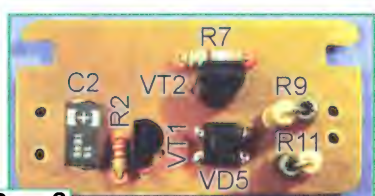


Рис. 3

Для фиксации элементов конструкции внутри корпуса применён клей "Квинтол" и растворённый в ацетоне полистирол. Для лучшего сцепления с клеем внутренняя поверхность корпуса должна быть предварительно сделана шероховатой. Если материал корпуса устойчив к органическим растворителям, то первым слоем клея должен быть "Квинтол". На конденсатор C1, резисторы R2, R3, R4, R6, R10, дроссель L2, диоды VD1—VD4 надеты термоусаживаемые трубки, после чего эти детали приклеены к корпусу. Основное назначение трубок — механическое демпфирование. Где это возможно, в корпус следует вклеить рёбра жёсткости из пластмассовых пластин.

Налаживание регулятора заключается в подборке конденсатора C2 такой ёмкости, чтобы при максимальном введённом сопротивлении переменного резистора R5 эффективное значение напряжения на розетке XS2 было 80...90 В (при сетевом напряжении 230 В). К этой розетке можно на длительное время подключать нагрузку номинальной мощностью до 500 Вт, а общая мощность питаемых от розеток XS1 и XS2 устройств не должна превышать 1000 Вт. При необходимости указанную мощность можно увеличить, предусмотрев более эффективный отвод тепла от симистора VS1 и выполнив силовые цепи регулятора проводами большего сечения. Сетевая вилка XP1 и розетки XS1, XS2 также должны быть рассчитаны на соответствующую мощность.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ломакин Л.** Регулятор мощности паяльника. — Радио, 1994, № 4, с. 38, 39.

2. **Бутов А.** Двухдиапазонный таймер. — Радио, 2017, № 10, с. 43, 44.

Мощная выходная ступень предлагаемого генератора питается выпрямленным сетевым напряжением и построена по полумостовой схеме с внешним возбуждением. Для питания её задающего генератора требуется источник низкого напряжения, который во многих случаях строят по бестрансформаторной схеме с гасящим конденсатором. Такой источник не отличается большой надёжностью. Кроме того, он не обеспечивает гальванической развязки между низковольтными и высоковольтными цепями. Все они оказываются соединёнными с питающей сетью.

Я отказался от источника с гасящим конденсатором и применил для питания задающего генератора в момент запуска батарею гальванических элементов. После запуска устройства и появления на вторичных обмотках его выходного трансформатора напряжения батарея автоматически отключается, а низковольтные узлы генератора переходят на питание выпрямленным и стабилизированным напряжением одной из обмоток. Гальванические элементы, отдавая ток лишь в моменты запуска генератора, имеют длительный срок службы и, в отличие от аккумуляторов, не требуют обслуживания.

Изготовленный генератор в режиме холостого хода потребляет от сети ~230 В ток не более 18 мА. Частота выходного импульсного напряжения — 100 кГц, а его амплитуда зависит от числа витков вторичных обмоток трансформатора, последних может быть несколько. Максимальный КПД 85 % достигнут при мощности нагрузки 50 Вт. При её мощности 30 Вт он уменьшается до 79 %, а при 80 Вт — до 71 %. КПД был измерен при нагрузке выхода генератора (вторичной обмотки трансформатора) активным сопротивлением.

Конструктивно генератор состоит из двух модулей: высоковольтного и низковольтного, в котором установлен и микроконтроллер. Принципиальная схема высоковольтного модуля показана на **рис. 1**. Он включает в себя сетевой фильтр C1L1, мостовой выпрямитель сетевого напряжения VD2 со сглаживающими конденсаторами C2 и C3. Полумостовой инвертор постоянного напряжения в импульсное собран из транзисторов VT3, VT4 и конденсаторов C4, C5. Первичная обмотка 1-2 выходного импульсного трансформатора T3 включена в диагональ полумоста.

Управляющие сигналы на затворы транзисторов VT3 и VT4 поступают с вторичных обмоток импульсных трансформаторов T1 и T2, которые обеспечивают гальваническую развязку низковольтных узлов от питающей сети. Диоды VD3 и VD4 защищают транзисторы VT1, VT2 предварительной ступени инвертора от выбросов напряжения самоиндукции на первичных обмотках трансформаторов T1 и T2, а резисторы R7 и R8 ограничивают ток через эти обмотки.

Резисторы R4 и R5 ограничивают ток зарядки конденсаторов C2 и C3 в момент подачи сетевого напряжения. После выхода генератора на рабочий

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2018

Полумостовой генератор импульсного напряжения для сетевого блока питания

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

Это устройство имеет две особенности. Во-первых, его задающий генератор построен на микроконтроллере. Во-вторых, в момент запуска его низковольтные цепи питает гальваническая батарея. Чтобы превратить генератор в полноценный импульсный блок питания мощностью около 100 Вт, к нему достаточно добавить выпрямители импульсного напряжения, а при необходимости и стабилизаторы выпрямленного напряжения.

режим контакты реле K1.1 шунтируют резистор R4, а через замкнувшиеся контакты K1.2 напряжение с резистора R5, пропорциональное потребляемому от сети току, поступает для контроля в низковольтный модуль.

Односторонняя печатная плата высоковольтного модуля изображена на **рис. 2**. Она рассчитана на установку дросселя L1 TLF-I03B, конденсаторов C1, C4 и C5 K73-17c, импортных оксидных конденсаторов C2 и C3. Резистор

Подробный расчёт такого трансформатора описан в статье [1]. Но число витков первичной обмотки трансформатора T3 увеличено в полтора раза по сравнению с расчётным, что позволило получить целое число витков половин вторичной обмотки 3-4-5. При изготовлении трансформатора целесообразно после первичной обмотки намотать временную вторичную обмотку, чтобы уточнить число витков постоянных вторичных обмоток.

Низковольтный модуль, схема которого изображена на **рис. 3**, содержит микроконтроллер DD1, запрограммированный так, что выполняет функцию задающего генератора. Сигналы этого генератора с выходов $\overline{\text{OC1B}}$ и OC1B микроконтроллера поступают на затворы транзисторов VT1 и VT2. Другая пара его выходов ($\overline{\text{OC1A}}$ и OC1A) управляет транзисторами VT5 и VT6. Подключив к стокам этих транзисторов ещё один импульсный трансформатор с выпрямителем, можно получить дополнительный источник постоянного напряжения, подобный описанному в [2].

При нажатии на кнопку SB1 микроконтроллер получает питание через диод VD9 от гальванических элементов G1—G3 типоразмера AA и начинает работать. После выхода инвертора на рабочий режим в цепь питания микроконтроллера и других низковольтных узлов начинает через диод VD8 поступать напряжение вторичной обмотки 3-4-5 трансформатора T3, выпрямленное двухполупериодным выпрямителем на диодах VD6, VD7 и стабилизированное интегральным стабилизатором DA1. Как только это напряжение становится больше напряжения батареи G1—G3, диод VD9 закрывается и отключает батарею. Теперь кнопку SB1 можно отпустить.

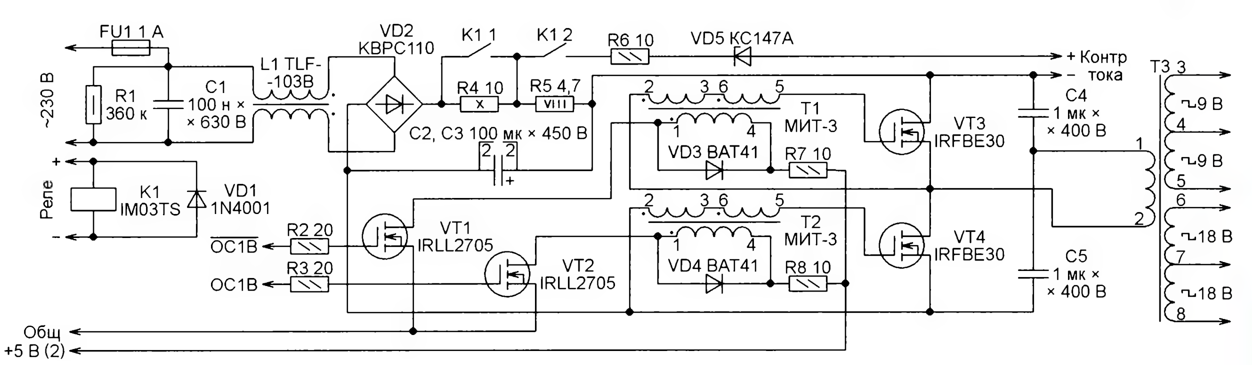


Рис. 1

R4 — SQP-10, возможно уменьшение его мощности до 2...3 Вт, применён резистор, имеющийся в наличии. Резистор R5 — C5-37 мощностью 8 Вт.

Транзисторы VT3 и VT4 оснащены теплоотводами размерами 40×20 мм, вырезанными из теплоотвода компьютерного блока питания. Для установки на плату транзисторов VT1 и VT2 (IRLL2705 в корпусах SOT-223) изготовлены небольшие переходные платы.

Обмотки трансформатора T3 намотаны на кольце K28×16×9 из феррита 2000НМ1. Первичная обмотка 1-2 состоит из 45 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,5 мм. Обмотка 3-4-5 — провод ПЭВ-2 диаметром 0,75 мм, число витков — 3+3. Обмотка 6-7-8 содержит 6+6 витков такого же провода. При наличии литцендрата подходящего сечения обмотки лучше выполнить из него, это позволит снизить потери в них, вызываемые скин-эффектом. Обмотки изолированы между собой и от магнитопровода поливинилхлоридной изоляционной лентой толщиной 0,15 мм.

Плата разработана под трансформаторы T1 и T2 МИТ-3. Однако выяснилось, что предельно допустимое напряжение между обмотками такого трансформатора всего 300 В. Поэтому рекомендуется применить самодельные трансформаторы, намотанные на кольцах K20×12×6 из феррита 6000НМ. Первичная обмотка — 15 витков. Вместо двух вторичных обмоток наматывают одну из 45 витков. При таком числе витков амплитуда управляющих импульсов на затворах транзисторов T3 и T4 станет больше, что уменьшит потери энергии в этих транзисторах. Провод всех обмоток — ПЭВ-2 диаметром 0,15 мм. Изоляция между обмотками из такой же изоляционной ленты, как в трансформаторе T3.

Двухобмоточный дроссель L1, конденсатор C1 и резистор R1 сняты с неисправной платы кинескопного телевизора. На платах от неисправной аппаратуры можно найти и другие полезные детали. Дроссель L1 можно изготовить самостоятельно, намотав на кольце K20×10×5 из феррита 2000НМ две обмотки по 17 витков провода МГТФ-0,5.

Низковольтные узлы генератора потребляют немного, поэтому от стабилизатора DD1 по цепи +5 В (1) можно питать внешние устройства, потребляющие не более 1 А. Это же напряжение подано на обмотку реле K1. Оно переключает устройство из режима зарядки конденсаторов C2 и C3 в рабочий режим и одновременно включает узел контроля потребляемого от сети тока.

В случае превышения порога, заданного стабилитроном VD5, контрольное напряжение поступает на излучающий диод оптрона U1, что открывает фототранзистор оптрона и приводит к установке низкого логического уровня на входе INT0 микроконтроллера. Оптрон обеспечивает гальваническую развязку цепи контроля тока от низковольтных узлов генератора.

При перегрузке генерация импульсов на выходах микроконтроллера прекращается, поэтому напряжение на вторичных обмотках трансформатора T3 отсутствует, и напряжение питания с выхода стабилизатора DA1 на микроконтроллер больше не поступает.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

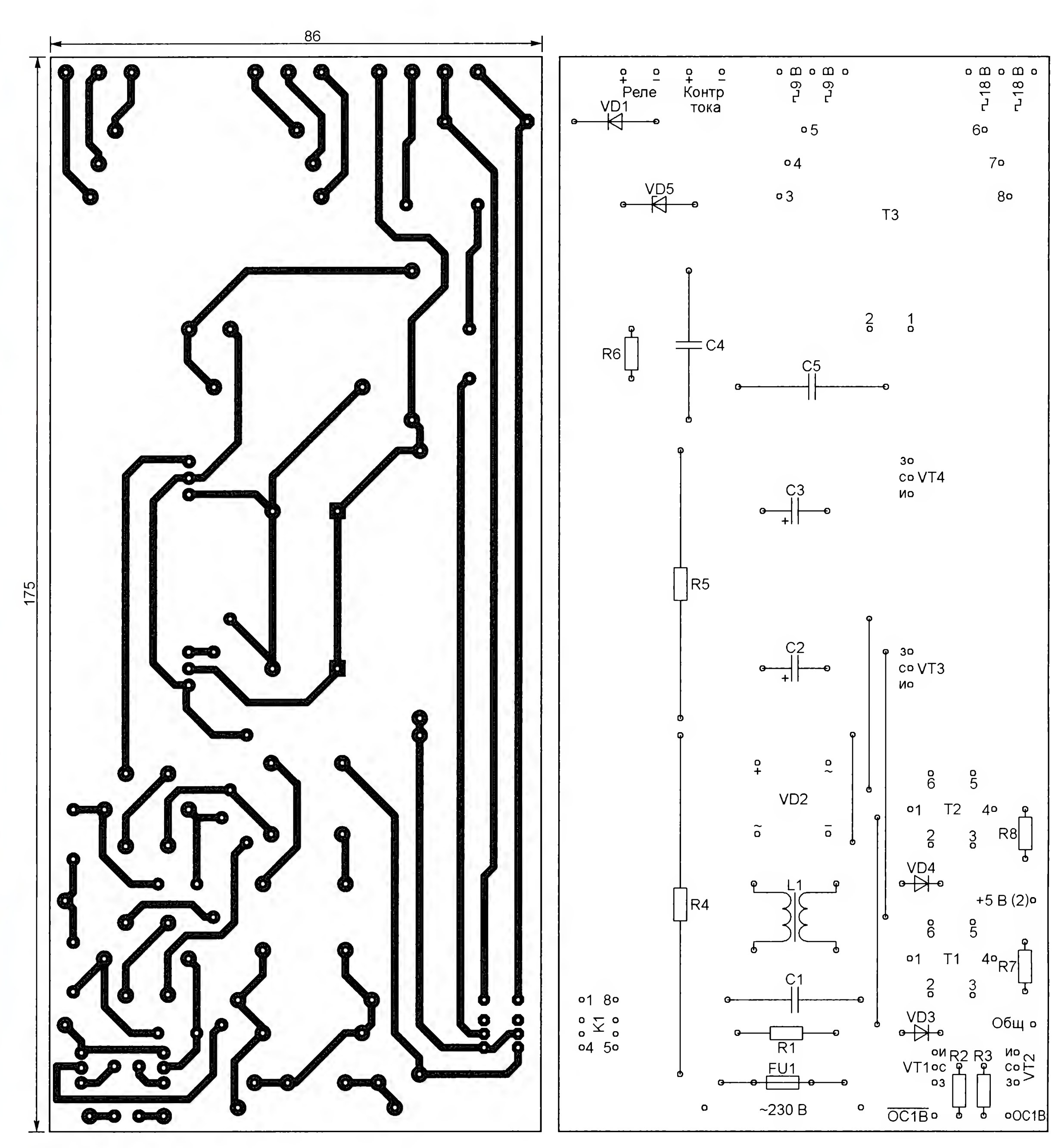


Рис. 2

Светодиод HL1 перестаёт светиться, сигнализируя этим о сбое в работе генератора.

Чертёж платы низковольтного модуля и размещение деталей на ней показаны на **рис. 4**. Для микроконтроллера на этой плате установлена восьмивыводная цанговая панель, стабилизатор напряжения DA1 оснащён теплоотводом SK104-25STS. Дроссель L2 — B82464G4104M, который можно заменить другим, имеющим индуктивность 100 мкГн и допустимый ток не менее 1 А. Светодиод HL1 и резистор R12 устанавливают на передней панели корпуса генератора. Он должен быть обязательно сделан из листовой стали.

В программную память микроконтроллера DD1 должны быть загружены коды из файла Converter_230V.hex, приложенного к статье, а конфигурация микроконтроллера запрограммирована в соответствии с **таблицей**. Согласно ей, он работает с тактовой частотой 8 МГц от внутреннего RC-генератора. Импульсы управления полевыми транзисторами формирует таймер T/C1, работающий в режиме ШИМ. Программно обеспечены бестоковые паузы между противофазными импульсами, необходимые для исключения сквозного тока через транзисторы. Для выходов $\overline{\text{OC1A}}$ и OC1A длительность этих пауз задана равной 1 мкс, для выходов $\overline{\text{OC1B}}$ и OC1B — 2,5 мкс. Частота следования импульсов — 100 кГц.

Старший байт		Младший байт	
Разряд	**Сост.**	**Разряд**	**Сост.**
RSTDISBL	1	CKDIV8	1
DWEN	1	CKOUT	1
SPIEN	0	SUT1	1
WDTON	1	SUT0	0
EESAVE	1	CKSEL3	0
BODLEVEL2	1	CKSEL2	0
BODLEVEL1	1	CKSEL1	1
BODLEVEL0	1	CKSEL0	0

1 – не запрограммировано;
0 – запрограммировано.

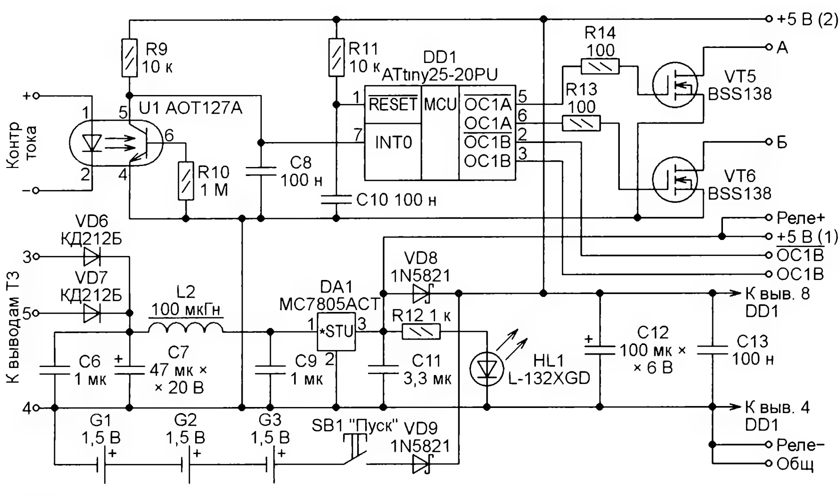


Рис. 3

Сигнал перегрузки по току поступает на вход INT0 микроконтроллера. Задействован также сторожевой таймер, перезапускающий микроконтроллер в случае сбоя программы.

Налаживание устройства начинайте, не подключая его к сети. В цепь +5 В (2) подайте через разделительный диод 1N5819 соответствующее напряжение (его можно подать и от батареи G1—G3). Между затворами и истоками транзисторов VT3 и VT4 должны появиться импульсы, подобные показанным на **рис. 5**. Чувствительность канала вертикального отклонения осциллографа здесь установлена равной 2 В/дел, скорость развёртки — 2,5 мкс/дел. Размах импульсов можно увеличить до максимального, допустимого для транзисторов VT3 и VT4, увеличив число витков вторичных обмоток импульсных трансформаторов T1 и T2. Если импульсы на первичных обмотках этих трансформаторов есть, а на затворе транзистора

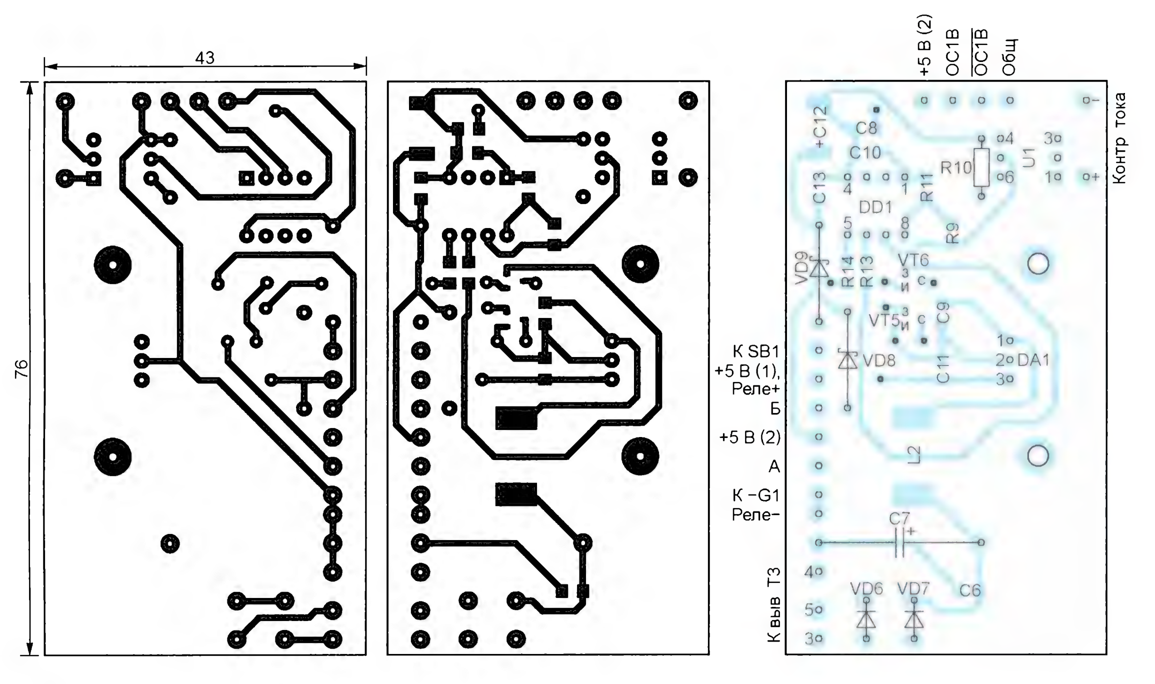


Рис. 4

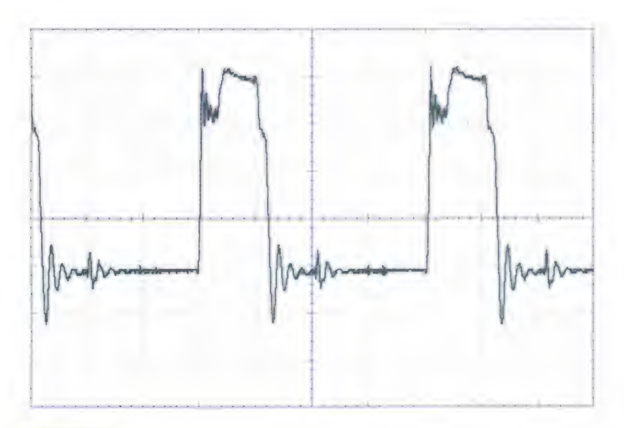


Рис. 5

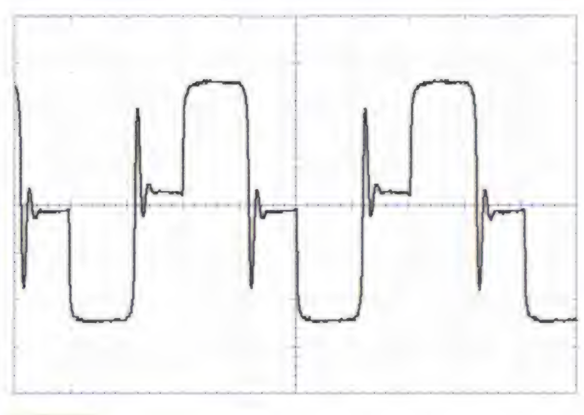


Рис. 6

VT3 или VT4 отсутствуют — неправильно соединены вторичные обмотки соответствующего трансформатора. Если же импульсы на затворе имеют неправильную полярность, нужно поменять местами выводы первичной обмотки или соединённых последовательно вторичных обмоток.

Нужно заметить, что на печатной плате (см. рис. 2) обмотки трансформаторов МИТ-3 соединены правильно, поэтому описанные ошибки возможны лишь при сборке устройства на макетной плате или в случае самостоятельного изготовления трансформаторов.

Для проверки высоковольтных узлов желательно иметь автотрансформатор, позволяющий понизить сетевое напряжение до 50...100 В. Но можно обойтись и источником такого же постоянного напряжения. Пониженное переменное или постоянное напряжение подайте на сетевой вход генератора, предварительно подключив к выводам 6-8 трансформатора Т3 два последовательно соединённых резистора SOP-10 сопротивлением по 10 Ом каждый. Можно подключить по одному резистору сопротивлением 10 Ом к половинам обмотки — к выводам 6-7 и 7-8. Низковольтный модуль питайте, как и прежде, от внешнего источника напряжения 5 В, контролируя потребляемый ток.

Включив генератор, наблюдайте осциллограмму напряжения на первичной обмотке трансформатора Т3. Для этого общий вывод щупа осциллографа нужно подключить к выводу 2 трансформатора Т3, а сигнальный — к выводу 1. Имейте в виду, что корпус осциллографа не должен быть заземлён, а прикасаться к нему опасно, пока осциллограф подключён описанным образом к генератору.

Осциллограмма должна соответствовать изображённой на **рис. 6** (где чувствительность канала вертикального отклонения 50 В/дел) с уменьшенной пропорционально поданному на сетевой вход напряжению амплитудой импульсов. Затухающие колебания, возникающие при закрывании транзисторов, не опасны, если спадают до нуля до открывания другого транзистора. Эти колебания можно подавить, подключив параллельно первичной обмотке демпфирующую RC-цепь из резистора сопротивлением около 1 кОм и мощностью 2 Вт и конденсатора ёмкостью 510 пФ с номинальным напряжением не менее 400 В.

Если дополнительные маломощные выходы А и Б не требуются, транзисторы VT5, VT6 и резисторы R13, R14 в низковольтный модуль можно не устанавливать. В изготовленном генераторе они присутствуют лишь "на всякий случай". Если вместо кнопки пуска SB1 применить выключатель, то генератор будет автоматически перезапускаться после временных отключений питающей сети.

Вторичная обмотка 6-7-8 трансформатора Т3, если подключить к ней соответствующие выпрямители, позволяет получить постоянное однополярное нестабилизированное напряжение около 36 В или двухполярное +/−18 В при токе нагрузки до 1 А. Чтобы стабилизировать эти напряжения, необходимы дополнительные стабилизаторы. Число вторичных обмоток трансформатора Т3 и витков в них можно изменить, чтобы получить любые нужные для конкретного применения напряжения.

После отключения генератора от сети высоковольтные сглаживающие конденсаторы С2 и С3 остаются заряженными. Чтобы разрядить их, достаточно на несколько секунд нажать на кнопку SB1.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Жучков В.** Расчёт трансформатора импульсного блока питания. — Радио, 1987, № 11, с. 43.

2. **Салимов Н.** Маломощный двухполярный преобразователь напряжения. — Радио, 2017, № 10, с. 15, 16.

***От редакции**. Программа микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/03/conv.zip** на нашем FTP-сервере.*

Двухканальное зарядное устройство для Ni-MH аккумуляторов

Г. КОСОЛАПОВ, г. Кирово-Чепецк Кировской обл.

Это устройство разработано автором как логическое продолжение опубликованного в его статье "Зарядное устройство для Ni-MH аккумулятора" ("Радио", 2017, № 8, с. 18, 19).

Даже при автоматизированном производстве аккумуляторных элементов существует технологический разброс их параметров. Зарядно-разрядные характеристики однотипных аккумуляторов заметно различаются, особенно после длительной эксплуатации. Опыт эксплуатации батарей из Ni-MH аккумуляторов показывает целесообразность раздельной и независимой зарядки образующих их элементов. Это позволяет наиболее полно зарядить каждый элемент батареи.

Поскольку многие электронные устройства питают от батарей из двух Ni-MH аккумуляторов, автор решил изготовить для них двухканальное зарядное устройство. Оно позволяет заряжать как два аккумулятора одновременно, так и один, установленный в любой из двух имеющихся держателей. Канал зарядки, в держателе которого нет аккумулятора или находится полностью заряженный, автоматически отключается.

Основные технические характеристики

Напряжение питания, В	5
Ток зарядки каждого аккумулятора, мА	200
Напряжение запуска зарядки, В	1
Напряжение прекращения зарядки, В	1,25
Длительность цикла зарядка—измерение, с	90
Длительность измерения напряжения, с	1

По сравнению с прототипом принцип работы зарядного устройства остался прежним, но чтобы сделать его двухканальным, схема немного изменена, причём вместо двух сдвоенных компараторов напряжения LM393N применён счетверённый LM339N.

Принципиальная схема устройства изображена на **рис. 1**. Транзисторы VT1 и VT3 образуют управляемый источник тока первого канала зарядки. Таково же назначение транзисторов VT2, VT4 во втором канале. Диоды VD6 и VD7 предотвращают разрядку установленных в держатели XT1—XT4 аккумуляторов G1 и G2 через цепи зарядного устройства, если на разъём XS1 не подано напряжение питания.

На компараторе DA1.1, резисторах R1—R6, конденсаторе C2 и диоде VD1 собран генератор прямоугольных импульсов низкого уровня длительностью 1 с, повторяющихся с периодом около 90 с. В паузах между импульсами происходит зарядка аккумуляторов. Импульсы выключают источники зарядного тока на время сравнения текущего напряжения заряжаемых аккумуляторов с образцовым, до которого следует зарядить каждый из них. О ходе зарядки сигнализируют светодиоды HL1 и HL2, подключённые через резисторы R14 и R16 к коллекторам транзисторов VT3 и VT4. Диоды VD10 и VD11 препятствуют попаданию на средний вывод подстроечного резистора R24 импульсов, блокирующих зарядку на время контроля напряжения аккумуляторов.

Компараторы DA1.2 и DA1.3 сравнивают напряжения на аккумуляторах с заданным. Для правильной работы узлов сравнения с коллекторов транзисторов VT3 и VT4 через цепи задержки R17C6, R18C7 и диоды VD8, VD9 на инвертирующие входы компараторов поступают сигналы, блокирующие их.

По достижении напряжением на аккумуляторах значений, заданных

Рис. 1

Рис. 2

подстроечным резистором R24, на выходах компараторов DA1.2 и DA1.3 устанавливаются высокие логические уровни напряжений, которые через диод VD12 поступают на инвертирующий вход компаратора DA1.1, блокируя этим работу генератора. Одновременно высокий уровень напряжения приходит на инвертирующий вход компаратора DA1.4, поэтому светодиод HL3 включается, сигнализируя о завершении зарядки.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Эмиттеры транзисторов VT1 и VT2 подключены к выходам компараторов DA1.2 и DA1.3. Поэтому высокий уровень напряжения на этих выходах закрывает транзисторы, и оба канала зарядки прекращают работу. О прекращении зарядки сигнализирует выключение светодиодов HL1, HL2.

Однако процессы в зарядном устройстве соответствуют описанным выше только при одинаковой начальной заряженности обоих аккумуляторов, одинаковой их ёмкости и одинаковом токе зарядки. На практике это случается очень редко. Предположим, что зарядка аккумулятора G1 уже завершена, а напряжение на аккумуляторе G2 ещё не достигло нужного значения. В этом случае внутренний выходной транзистор компаратора DA1.2 закрыт, и цепь, соединяющая эмиттер транзистора VT1 разорвана. Поэтому канал зарядки аккумулятора G1 заблокирован, а светодиод HL1 погашен.

Но поскольку напряжение на аккумуляторе G2 ещё не достигло предельного значения, выходной транзистор компаратора DA1.3 открыт и зарядка аккумулятора G2 продолжается. Открыт и диод VD14, благодаря чему уровень напряжения в точке соединения диодов VD12—VD14, резистора R25 и инвертирующего входа компаратора остаётся низким. На генератор не поступает блокирующее напряжение, и он продолжает работать. Светодиод HL3 погашен.

Когда аккумулятор G2 тоже полностью зарядится, закроется выходной транзистор компаратора DA1.3, а с ним и транзистор VT2. Уровень в точке соединения диодов VD12—VT14 станет высоким, поэтому работа генератора будет заблокирована. Состояние компаратора DA1.4 изменится, и светодиод HL3 будет включён, свидетельствуя об окончании зарядки обоих аккумуляторов.

А теперь рассмотрим ситуацию, когда в держателях аккумуляторов зарядного устройства находится только один аккумулятор, например G1. В этом случае при включении зарядного устройства сигнал на неинвертирующий вход компаратора DA1.3 поступает по цепи коллектор транзистора VT4, диод VD7, резистор R20. А по цепи коллектор транзистора VT4, резистор R18, конденсатор C7, диод VD9 на его инвертирующий вход этот же сигнал приходит с небольшой задержкой, определяемой постоянной времени цепи R18C7.

Это приведёт к выключению канала зарядки с отсутствующим аккумулятором. Триггер на компараторе DA1.3 останется в прежнем состоянии благодаря обратной связи с выхода на неинвертирующий вход через резистор R22. Аналогичный процесс происходит в цепи коллектора транзистора VT3. Учитывая, что к контактам XT1, XT2 подключён аккумулятор, напряжение на неинвертирующем входе компаратора DA1.2, будет ниже, чем на инвертирующем. Следовательно, канал зарядки останется включённым. Поэтому светодиод HL1 будет светиться, а HL2 нет. Когда аккумулятор G1 будет заряжен, его канал выключится, светодиод HL1 погаснет, а светодиод HL3 включится, извещая об окончании зарядки.

Микросхему LM339N можно заменить на DBL339 или HA17339 из старых компьютерных блоков питания, которые отличаются от неё в основном допустимым интервалом рабочей температуры. Вместо транзисторов КТ312В подойдут другие этой серии, а также серий КТ315 и КТ316, а вместо КТ816В — КТ814В. Замена диодов Д9Е — любые маломощные германиевые диоды, кремниевые диоды здесь не годятся, так как прямое падение напряжения на них больше. Диоды КД522Б допустимо заменить другими серии КД522 или КД521, а диоды 1N4007 — любыми выпрямительными с допустимым прямым током не менее 300 мА. Светодиоды взамен указанных на схеме следует выбирать по цвету и яркости свечения.

Чертёж печатной платы зарядного устройства изображён на **рис. 2**. На ней установлены импортные оксидные конденсаторы C1 и C2, но можно применить и отечественные, например, К50-16 или К50-35 такой же ёмкости с номинальным напряжением не менее 10 В. Остальные конденсаторы — любые керамические или плёночные. Подстроечный резистор R24 — импортный или отечественный РП1-302. Постоянные резисторы — любого типа. Для микросхемы DA1 на плате установлена панель. Разъём XS1 — стандартное гнездо питания 5,5×2 мм.

Плата помещена в пластиковый корпус от стоматологического наконечника. С открытой крышкой и установленной платой он показан на **рис. 3**. Держатели аккумуляторов с контактами XT1—XT4 вклеены в крышку. На ней же находятся светодиоды HL1—HL3. Эти контакты и выводы светодиодов соединены с печатной платой монтажными проводами.


Рис. 3

После проверки монтажа собранного устройства необходимо отрегулировать ток зарядки аккумуляторов и напряжение прекращения зарядки. Прежде чем регулировать ток зарядки, микросхему DA1 извлеките из панели, а её гнёзда 2 и 13 соедините перемычками с гнездом 12. Не устанавливая аккумулятор G1 в его держатель, подключите к контактам XT1 и XT2 мультиметр в режиме измерения постоянного тока. Подав на разъём XS1 напряжение питания, подборкой резистора R11 установите показание мультиметра равным 200 мА. Аналогичную процедуру проведите и во втором канале зарядного устройства, чтобы подобрать резистор R12.

Регулировка напряжения прекращения зарядки сводится к установке напряжения 1,25 В между гнёздами 4 или 10 и гнездом 12 панели микросхемы DA1 с помощью подстроечного резистора R24. Сделав это, отключите от устройства напряжение питания, удалите из панели перемычки и вставьте в неё микросхему. Зарядное устройство готово к работе.

Автоматический выключатель бытовой радиоаппаратуры-3

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Автор предлагает вариант автоматического выключателя, который отключит от питающей сети бытовую аппаратуру после того, как она перейдёт из рабочего режима в дежурный, уменьшая тем самым общее потребление электроэнергии и снижая вероятность выхода аппаратуры из строя в случае возникновения аварийных ситуаций в электросети.

Это устройство отключает от сети бытовую радиоаппаратуру после перевода её в так называемый дежурный режим. Необходимость подобного устройства обусловлена тем, что часть аппаратуры не имеет механического сетевого выключателя и в выключенном состоянии на самом деле полностью не выключается, а переходит в дежурный режим. Хотя потребляемый в этом случае ток невелик, постоянное нахождение под сетевым напряжением увеличивает возможность повреждения аппаратуры при возникновении аварийных ситуаций в питающей сети.

Принцип работы предлагаемого устройства, как, впрочем, и многих аналогичных, основан на том, что ток, потребляемый аппаратурой в рабочем и дежурном режимах, существенно различается. Схема устройства показана на **рис. 1**. В нём в качестве коммутирующего элемента применено электромагнитное реле. Полевой транзистор выполняет функцию стабилизатора (ограничителя) напряжения [1, 2], диодный мост VD1 выпрямляет переменное напряжение, конденсатор C1 сглаживает пульсации. Позистор RK1 совместно с конденсатором C3 обеспечивают задержку автоматического отключения устройства после его подключения к сети.

При кратковременном нажатии на кнопку SB1 напряжение сети через диодный мост и обмотку реле поступает на нагрузку и последовательно соединённые конденсатор C3 и позистор RK1. Сопротивление позистора в этот момент невелико (около 20 Ом), и через конденсатор C3 протекает ток около 150 мА, определяемый его ёмкостью. Этого тока достаточно для срабатывания реле K1, поэтому его контакты K1.1 замкнутся. Напряжение срабатывания применённого реле — 4 В, отпускания — 1,5 В. Когда напряжение на конденсаторе C1 (и обмотке реле) превысит 3,5 В, полевой транзистор откроется и ограничит напряжение на нём на уровне 3,4...3,6 В. Но из-за наличия цепи R1C2 транзистор открывается с задержкой в несколько секунд. Поэтому сначала реле сработает, а затем напряжение на нём уменьшится, но контакты останутся в замкнутом состоянии. Так устройство поддерживает само себя во включённом состоянии. Об этом сигнализирует светодиод HL1.

Через 1...2 мин вследствие саморазогрева позистора RK1 его сопротивление резко возрастёт, ток через него и конденсатор C3 уменьшится примерно до 4...5 мА. Если нагрузка останется в дежурном режиме, потребляемого ею тока окажется недостаточно для удержания реле, его контакты разомкнутся, устройство и нагрузка обесточатся. Но если до этого момента перевести нагрузку в рабочий режим, потребляемый ею ток возрастёт, и его хватит для поддержания реле во включённом состоянии.

В этом состоянии, независимо от тока, потребляемого нагрузкой, на обмотке реле присутствует стабильное напряжение. Если нагрузку перевести в дежурный режим, ток через неё уменьшится в несколько раз. Поскольку полевой транзистор

Рис. 1

Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

отреагирует на это изменение с задержкой, ток через реле резко уменьшится, и его контакты разомнутся. Так устройство отключит себя и нагрузку от сети.

Максимально допустимый ток, который может потреблять нагрузка, зависит от параметров применённых элементов. В данном случае — 4 А (допустимый ток диодного моста). Но следует учесть, что большая часть тока нагрузки протекает через полевой транзистор, и на нём рассеивается мощность. Так, при токе 1 А на транзисторе рассеивается мощность около 3 Вт, поэтому потребуется снабдить его теплоотводом с соответствующей площадью.


Рис. 3

Все элементы, кроме вилки, розетки и кнопки, размещены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. В устройстве применены резисторы Р1-4, С2-23, МЛТ, позистор — трёхвыводный с маркировкой D480 4R5MD от компьютерного кинескопного монитора фирмы Sony, его сопротивление при комнатной температуре — около 20 Ом. Оксидные конденсаторы — импортные, С3 — плёночный, он должен быть рассчитан на работу в сети, подойдут конденсаторы, которые применяются в сетевых фильтрах компьютерных блоков питания. Светодиод — любой маломощный красного цвета свечения повышенной яркости. Полевой транзистор — мощный с напряжением открывания 2...3 В. Реле — с номинальным напряжением 5...6 В, контакты которого обеспечивают коммутацию сетевого напряжения и ток в несколько ампер. В авторском варианте применено реле JW1FHN-DC6V. Кнопка — с самовозвратом, она должна обеспечивать коммутацию сетевого напряжения и тока нагрузки.

Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**. Её размещают в пластмассовом корпусе подходящего размера. На передней стенке закрепляют кнопку и светодиод, на задней — розетку для подключения нагрузки и сверлят отверстие для сетевого кабеля.

В этом устройстве можно обойтись без кнопки, сделав толкатель для якоря реле (**рис. 4**). Для этого аккуратно снимают крышку 1 корпуса реле, напротив якоря 2 сверлят отверстие, в которое вставляют пластмассовый невыпадающий толкатель 3. Плату устройства располагают так, чтобы толкатель выступал из корпуса устройства. В этом варианте включение устройства осуществляют нажатием на толкатель.

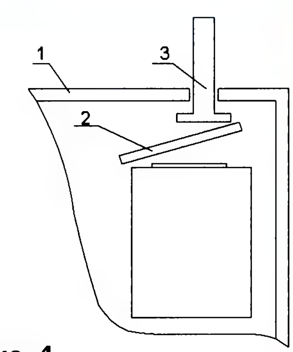


Рис. 4

В некоторых случаях позистор, конденсатор С3 и резистор R3 можно исключить. Это окажется возможным, если ток нагрузки в дежурном режиме превышает ток срабатывания реле. Но тогда устройство будет работать только с конкретной аппаратурой.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Мощные полевые переключательные транзисторы как стабилизаторы и ограничители напряжения. — Радио, 2007, № 2, с. 39, 40.

2. **Нечаев И.** Электронная нагрузка для проверки ЗУ. — Радио, 2013, № 11, с. 49.

Охранное устройство на микроконтроллере ATtiny2313

С. ШИШКИН, г. Саров Нижегородской обл.

Предлагаемое устройство отображает на светодиодном индикаторе состояние семи контактных датчиков охранной сигнализации и подаёт звуковой сигнал тревоги при срабатывании любого из них, включая при этом и внешние исполнительные устройства двух разновидностей. Для увеличения числа обслуживаемых датчиков возможно каскадирование таких устройств.

Принципиальная схема основного блока охранного устройства изображена на **рис. 1**. Тактовая частота микроконтроллера DD1 10 МГц задана кварцевым резонатором ZQ1. Коды

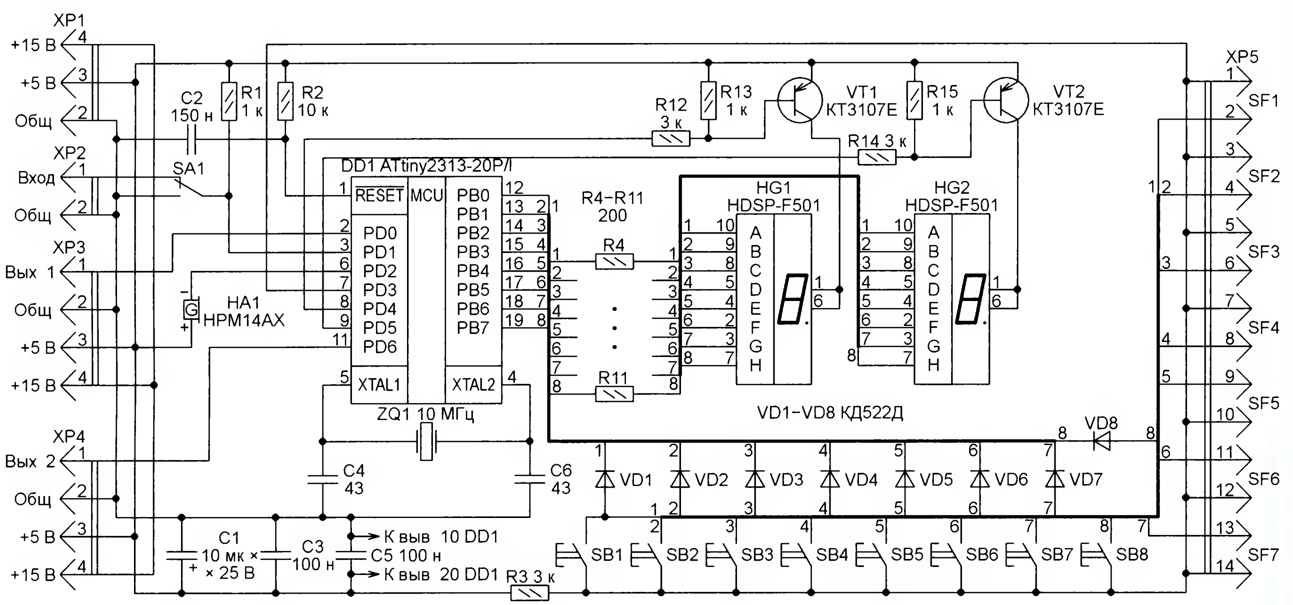


Рис. 1

из прилагаемого к статье файла OXRAN.hex должны быть загружены в программную память микроконтроллера, а его конфигурация запрограммирована в соответствии с **таблицей**.

К разъёму XP5 можно подключить до семи датчиков SF1—SF7, сигнализирующих о срабатывании замыканием своих разомкнутых в отсутствие тревоги контактов. Это могут быть кнопки, герконы, датчики движения, оснащённые выходными реле, и тому подобные приборы. Параллельно датчикам в описываемом устройстве подключены установленные на его плате кнопки SB1—SB7. Нажимая на них, можно проверить исправность устройства. Кнопкой SB8 и переключателем SA1 выбирают режимы работы.

К разъёму XP3 подключают одно или несколько исполнительных устройств, состояние которых после срабатывания не нужно периодически изменять. Это может быть, например, соленоид электромеханического замка или механизм блокировки дверей. Сигнал управления такими устройствами микроконтроллер DD1 формирует на выходе PD0.

Разъём XP4 предназначен для исполнительных устройств, состояние которых при тревоге должно периоди-

Разряд	Сост.	Разряд	Сост.
DWEN	1	CKDIV8	0
EESAVE	1	CKOUT	1
SPIEN	0	SUT1	1
WDTON	1	SUT0	0
BODLEVEL2	1	CKSEL3	0
BODLEVEL1	1	CKSEL2	0
BODLEVEL0	1	CKSEL1	1
RSTDISBL	1	CKSEL0	0

0 — запрограммировано.

1 — не запрограммировано.

чески изменяться. Это, как правило, звуковые (ревун, сирена) или световые сигнализаторы. Управляет ими сигнал с выхода PD6 микроконтроллера.

С помощью порта B микроконтроллер DD1 опрашивает датчики и кнопки, управляет светодиодными индикаторами HG1, HG2. Индикация — динамическая. Транзисторы VT1 и VT2 по сигналам, формируемым микроконтроллером на выходах PD4 и PD5, поочерёдно подключают к источнику питания общие аноды индикаторов. Сформированные микроконтроллером на выводах порта B коды символов поступают на катоды элементов индикаторов через ограничивающие ток резисторы R4—R11. Вход PD3 микроконтроллера принимает сигналы состояния датчиков SF1—SF7 и кнопок SB1—SB8.

Индикатор HG1 во время обратных отсчётов времени, сопровождающих смену режимов, отображает десятки секунд. В режиме 1 он отображает состояние датчиков SF1—SF7 и кнопок SB1—SB7, как показано на **рис. 2**. Замкнутым датчикам (кнопкам) соответствуют мигающие (залитые на рисунке) элементы индикатора.

Индикатор HG2 отображает единицы секунд во время обратных отсчётов времени, а в промежутках между ними показывает номер текущего режима работы устройства (1, 2 или 3).

Переключатель SA1 служит для экстренного включения сигналов тревоги. Более подробно его работа будет описана далее.

Алгоритм работы устройства следующий. Допустим, переключатель SA1 установлен в верхнее (по схеме) положение. После подачи питания устройство начинает работу в режиме 1 — контроля состояния датчиков SF1—SF7 и кнопок SB1—SB7 без подачи сигналов тревоги и их отображения на индикаторе HG1. На индикатор HG2 в режиме 1 выведена цифра 1.

После нажатия на кнопку SB8 устройство из режима 1 переходит в режим 2. На индикаторы HG1 и HG2 выводится время 99 с, и начинается его обратный отсчёт. В течение обратного отсчёта времени нужно успеть закрыть все двери и окна охраняемого объекта и покинуть его. По его завершении на индикатор HG2 будет выведена цифра 2, а индикатор HG1 погашен. Десятичная точка (элемент H) индикатора HG2 мигает.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

В режиме 2 замыкание контактов любого из датчиков SF1—SF7 начинает новый обратный отсчёт времени, который отображается на индикаторах HG1, HG2 и длится около 22 с. По его завершении подаётся сигнал тревоги. При необходимости сигнал тревоги может быть подан в любой момент независимо от состояния датчиков. Для этого достаточно подать напряжение низкого логического уровня на вход PD1 микроконтроллера. Это можно сделать переводом переключателя SA1 в нижнее по схеме положение или подачей соответствующего сигнала на контакт 1 разъёма XP2.

При тревоге устройство переходит в режим 3. Микроконтроллер DD1 формирует на выходе PD6 прямоугольные импульсы длительностью 1 с и с такими же паузами, периодически включая сирену или ревун, подключённый к разъёму XP4. Индикатор HG1 погашен. На индикатор HG2 выведена цифра 3, а его десятичная точка мигает. На выходе PD0 микроконтроллера DD1 в режиме 3 установлен низкий логический уровень напряжения. Это соответствует включению исполнительного устройства, подключённого к разъёму XP3. Сигналом с выхода PD2 микроконтроллера включён излучатель звука HA1.

Чтобы прекратить сигнал тревоги, необходимо возвратить переключатель SA1 в верхнее положение (если он был установлен в нижнее) и нажать на кнопку SB8. При этом уровень напряжения на выходах PD0, PD2 и PD6 микроконтроллера станет высоким. При нажатии на кнопку SB8 в режимах 2 и 3 устройство перейдёт в режим 1. Это значит, что для снятия объекта с охраны нужно за 22 с после открывания его двери успеть нажать на кнопку SB8. Желательно, чтобы доступ посторонних лиц к кнопкам SB1—SB8 и к переключателю SA1 был ограничен.

Питающие напряжения 5 В и 15 В поступают на устройство через разъём XP1. Конденсатор C1 сглаживает пульсации напряжения в цепи +5 В. Потребление тока по этой цепи — не более 100 мА.

Конденсатор C1 — К50-35, а C2—C6 — К10-17а. Все резисторы — С2-33Н-0,125. Светодиодные индикаторы HG1 и HG2 с общим анодом зелёного цвета свечения. В качестве внешних контактных датчиков SF1—SF7 можно применять любые кнопки без фиксации в нажатом состоянии, например ПКн-105, или герконы с постоянными магнитами. Разъёмы XP1—XP5 — серии WF с соответствующим числом контактов. Устройство не требует никакой настройки и отладки.

Сигналы с разъёмов XP3 и XP4 должны управлять работающими от сети ~230 В исполнительными устройствами через электронные коммутаторы, построенные, например, по схеме, изображённой на **рис. 3**. Собственно коммутатором здесь служит симисторный блок A1 — БС-240-15/10-Н (URL: **http://files.contravt.ru/bs.pdf** (09.01.2018)) с максимальным коммутируемым током 15 А и допустимым коммутируемым переменным напряжением 60...240 В

SF1 (SB1) SF2 (SB2) SF3 (SB3) SF4 (SB4) SF5 (SB5) SF6 (SB6) SF7 (SB7)

Рис. 2

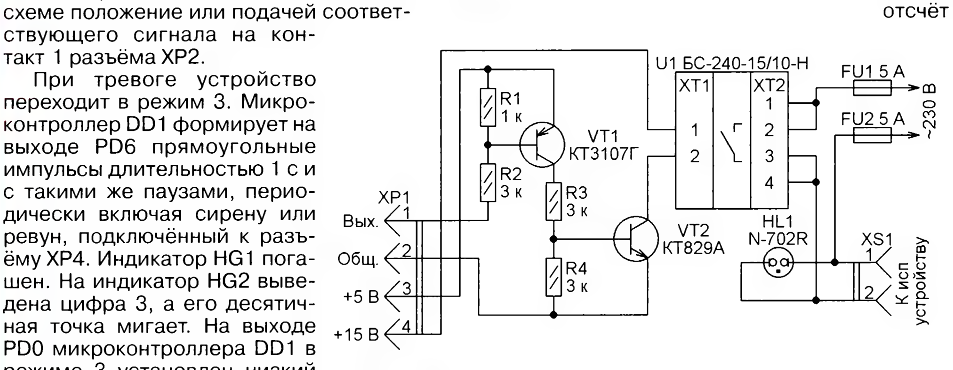


Рис. 3

частотой 50 Гц. Ток, потребляемый им по цепи управления, не более 15 мА. Этот блок можно заменить электромагнитным или твердотельным реле нужной для управления исполнительным устройством мощности. Разъём XP1 — HU-4, XS1 — стандартная сетевая розетка.

Сигнальная неоновая лампа HL1 (со встроенным ограничивающим ток резистором) позволяет визуально контролировать подачу питающего напряжения на исполнительное устройство. Плавкие вставки FU1 и FU2 — ВП2-5А в держателях ДВП4-1в. Ток их срабатывания выбирают исходя из предельного коммутируемого устройством тока.

Число независимых линий, к которым подключают датчики, можно увеличить, добавив в устройство ещё одну или несколько плат, собранных по показанной на рис. 1 схеме. Разъём XP2 каждой следующей платы соединяют с разъёмом XP3 предыдущей, причём должны соединяться контакты этих разъёмов, имеющие одинаковые номера. Переключатели SA1 всех плат устанавливают в верхнее по схеме положение.

При подаче одной из плат сигнала тревоги напряжение низкого уровня с выхода PD0 её микроконтроллера поступит на вход PD1 микроконтроллера следующей платы. Она тоже подаст сигнал тревоги. Таким же образом он распространится до последней в цепочке платы.

Программа микроконтроллера состоит из трёх основных частей: блока инициализации, основного блока, работающего в бесконечном цикле, и подпрограммы обработки прерывания от таймера T/C1 (соответственно метки INIT, SE1, TIM0). Сразу после подачи на микроконтроллер напряжения питания цепь R2C2 сформирует на его входе RESET сигнал установки в исходное состояние. По окончании этого импульса программа, прежде всего, выполняет инициализацию регистров, счётчиков, стека, таймера T/C1, сторожевого таймера и портов ввода/вывода. В это время сигналы управления исполнительными устройствами соответствуют их выключенному состоянию.

Далее начинается исполнение основного блока программы, в котором происходят отсчёт времени, включение и выключение сигнала тревоги. В подпрограмме обработки прерывания идёт отсчёт односекундных интервалов времени, опрос состояния кнопок и датчиков, перекодировка двоичных значений в "семиэлементные" коды для отображения на светодиодных индикаторах и динамическая индикация.

В регистре r22 микроконтроллера организован регистр знакоместа. В регистр Y при инициализации программа заносит начальный адрес буфера отображения $060. Подпрограмма обработки прерывания при каждом вызове сдвигает содержимое регистра r22 на один разряд влево, а регистр Y инкрементирует. В памяти программ микроконтроллера эта программа занимает около 540 байт.

От редакции. *Программа микроконтроллера имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/03/oxran.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Кодовый звонок с одной кнопкой на Arduino Pro Mini

А. БЕЛОЗЕРОВ, г. Омск

Предлагаемый кодовый замок предназначен для установки в такие помещения, как лаборатория, офис, лестничная площадка в подъезде и т. д. Преимущество кодового замка с одной кнопкой от классического наборного поля в том, что его легче оформить в антивандальном исполнении (одна защищённая кнопка и два светодиода).

На страницах журнала "Радио" и в Интернете немало схем и конструкций кодовых замков, но большинство имеют наборное поле из кнопок с цифрами от 0 до 9 и некоторыми буквами. Планировалось сделать кодовый замок в антивандальном исполнении, но такое наборное поле самому изготовить непросто, а приобрести недёшево. Поэтому пришла идея сделать кодовый замок с одной кнопкой.

Схема устройства изображена на **рис. 1**, оно собрано на основе платы Arduino Pro Mini (подойдут и другие подобные модули — Uno, Nano и т. п.). Кнопка без фиксации SB1 "Ввод", два светодиода HL2, HL3 и акустический излучатель HA1 установлены в небольшом металлическом корпусе, закреплённом на двери. С помощью этой кнопки вводят код, который разделён на две части. Сначала в течение 1 с необходимо ввести первую часть кода. Продолжительность ввода части кода зависит от переменной **time_for** в скетче: чем больше чисел в коде, тем больше переменная. По умолчанию, в скетче эта переменная имеет значение 10, этого достаточно, чтобы сделать до четырёх нажатий на кнопку. После ввода первой части кода раздаётся звуковой сигнал частотой 1 кГц и вспыхивает светодиод HL3 красного свечения. Затем необходимо ввести вторую часть кода аналогично первой. Если обе части кода совпали с хранящимися в памяти микроконтроллера платы Arduino Pro Mini значениями, на выходе D11 появится напряжение высокого уровня, транзистор VT1 открывается, на электромагнит поступит питающее напряжение и он откроет замок на двери. При этом загорается светодиод HL2 зелёного свечения. Временной интервал, в течение которого на электромагнит поступает напряжение, задан переменной **time_rele**. Обычно, чтобы зайти в помещение и закрыть за собой дверь, хватает 4 с. Если коды не совпали, раздаются три коротких звуковых сигнала частотой 1 кГц, которые сопровождаются вспышками светодиода HL3.

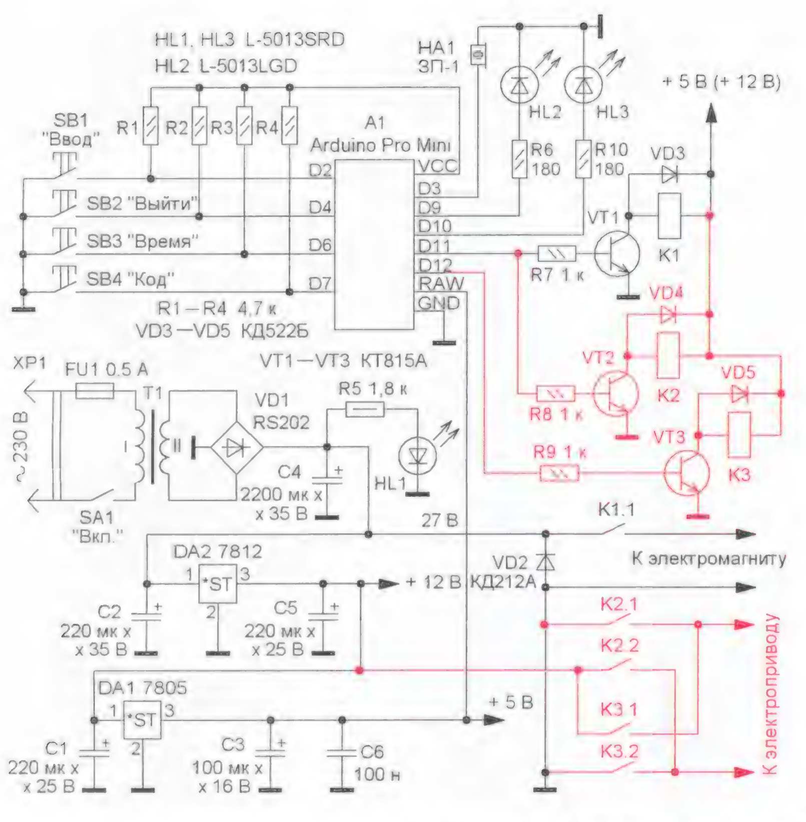


Рис. 1



Рис. 3

```
//========= ВВОД ЗНАЧЕНИЙ КОДА С КНОПКИ KEY =====================================
  if  (digitalRead (KEY) == LOW)
  {
     for (int i=0; i<100; i++)
     {
        if (digitalRead (KEY) == LOW)
        {
          delay (300);
          counter_uslovie_1 = counter_uslovie_1 + 1;
        }
       delay (time_for);
     }
  }
  if (counter_uslovie_1 == 0) // если условие ввода первой половины кода = 0, тогда
                              // на второй цикл проверки второй половины кода не выходим
  goto start;
```

Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Чтобы запрограммировать новый код, надо нажать на кнопку SB4 "Код". При этом в течение 1 с раздаётся сигнал частотой 1 кГц и вспыхивает светодиод HL2, после чего нужно нажать на кнопку SB1 "Ввод" требуемое число раз (это первая часть кода). Далее опять звучит сигнал и снова вспыхивает светодиод HL2, после чего нажатиями на кнопку SB1 вводят вторую часть кода. После записи кода в память микроконтроллера прозвучит третий звуковой сигнал и будет третья вспышка светодиода HL2.

Установка продолжительности открывания электромагнита происходит после нажатия на кнопку SB3 "Время", при этом в течение 1 с звучит сигнал частотой 1 кГц и вспыхивают светодиоды HL2 и HL3. После этого нужно нажать на кнопку SB1 "Ввод" нужное число раз (одно нажатие соответствует 1 с). После записи информации в память микроконтроллера прозвучит сигнал и в течение 1 с вспыхнут оба светодиода.

Кнопка SB2 "Выйти" расположена внутри помещения на двери и служит для ручного открывания замка. При этом время подачи питания на электромагнит привязано к переменной **time_rele** в скетче.

Замок может работать с двумя типами исполнительных механизмов: электромагнитом (с номинальным напряжением 27 или 12 В) или с электроприводом дверных автомобильных замков (номинальное напряжение питания — 12 В, закрыть — прямое подключение, открыть — инверсное подключение напряжения). В первом случае будут не нужны элементы R8, R9, VT2, VT3,VD4, VD5, K2 и K3, во втором — исключают элементы R7, VT1, VD3 и K1.

Электропитание устройства осуществляется от сети 230 В. Источник питания собран на трансформаторе T1, выпрямительном мосте VD1 и одном или двух интегральных стабилизаторах напряжения в зависимости от используемого исполнительного механизма.

Код скетча разделён на пять частей. Первая — проверка условия открывания замка, вторая — смена цифр кода, третья — выход из помещения, четвёртая — смена продолжительности включения реле, пятая — ввод цифр кода с кнопки "Ввод". На **рис. 2** приведена часть скетча для обслуживания кнопок.

Условие **if (digital Read (KEY) == LOW)** ждёт перепада напряжения с VCC до нуля (нажатие на кнопку), далее следует цикл **for (int i=0; i<100; i++)**, который запускает ещё один опрос этой же кнопки на ввод и увеличение значения первой части кода. Временная задержка **delay (300);** введена, чтобы исключить влияние дребезга контактов кнопки.

Функция **digital Write (LED_RED, HIGH);** включает светодиод красного свечения, комбинация **tone (BUZ, F_tone);**, **delay (100);** и **noTone (BUZ);** включает звуковой сигнал на время 100 мс. Переменной **F_tone** в начале скетча можно установить желаемую частоту сигнала. Функция **digitalWrite (LED_RED, LOW);** выключает светодиод красного свечения. Функция **EEPROM. write (addr_1, counter_ uslovie_2);** записывает значение переменной **counter_uslovie _2** (при смене кода) в ячейку **addr_1** памяти микроконтроллера, функция **uslovie_2 = EEPROM.read (addr_1);** считывает данные из ячейки **addr_1** и записывает их в переменную **uslovie_2**.


Рис. 5


Рис. 4

Замок содержит четыре основных узла. Первый — панель ввода и индикации (**рис. 3**), в которой установлены светодиоды HL2, HL3 и кнопка SB1. Он установлен на двери охраняемого помещения, его корпус — металлический. Первая часть корпуса закреплена на деревянной двери шурупами длиной 25 мм, на второй части установлены светодиоды HL2 и HL3, которые могут быть любыми маломощными соответствующего свечения, и кнопка SB1, её тип — К-3, ПКН4-1 (с круглой гайкой, которую при установке лучше посадить на краску). Для установки непосредственно на железную дверь подойдёт импортная антивандальная кнопка PBS-28C(B) или PBS-12. Защитные колпачки для светодиодов использованы от старой советской аппаратуры.



Рис. 6

Второй узел — блок управления (**рис. 4** и **рис. 5**), который установлен на внутренней стороне двери. Для него использован пластмассовый корпус. Транзисторы КТ815А можно заменить транзисторами КТ961 (с любым буквенным индексом), BD165, TIP29. Охлаждение транзисторов не требуется, учитывая малое время нахождения в открытом состоянии (4...5 с) и многократный запас по току. Кнопка SB2 — ПКН6-1 или КМ1-1, кнопки SB3, SB4 — ПМ-2, МП-5, также подойдут любые импортные малогабаритные, так называемые тактовые кнопки (без фиксации). Диоды КД522Б можно заменить любыми маломощными выпрямительными или импульсными, например, серий Д220, КД503, 1N4148.

Кнопки SB4 "Код" (обозначена на рис. 4 буквой К) и SB3 "Время" (обозначена на рис. 4 буквой Т) защищены от случайного нажатия. Для этого они расположены внутри корпуса за отверстиями диаметром 1...2 мм. Чтобы нажать на их толкатели, потребуется тонкий предмет, например, карандаш, скрепка или спичка. Для повышения помехозащищённости контакты каждой кнопки SB1—SB4 желательно зашунтировать плёночным или керамическим конденсатором (на схеме не показаны) любого типа ёмкостью 0,1...0,33 мкФ.

Третий узел — источник питания (**рис. 6**). Он собран в пластмассовом корпусе произвольного размера с учётом размеров трансформатора Т1. На стенках корпуса установлены светодиод HL1, резистор R5, держатель плавкой вставки и выключатель питания. Трансформатор Т1 должен быть мощностью не менее 36 В·А с напряжением вторичной обмотки 19...20 В. Тип реле зависит от исполнительного механизма. Для управления электромагнитом достаточно реле с одной контактной группой на замыкание с номинальным напряжением 5 В или 12 В. Для управления электроприводом потребуются два реле с двумя группами контактов на замыкание, так же на напряжение 5 или 12 В.

Стабилизаторы напряжения DA1, DA2 могут быть других типов, с допустимым выходным током не менее 1,5 А. Если в качестве исполнительного механизма планируется применить электромагнит с номинальным напряжением 27 В, от стабилизатора напряжения +12 В можно отказаться, оставив стабилизатор напряжения +5 В. В этом случае микросхема DA2 должна быть рассчитана на входное напряжение не менее 30 В, а номинальное напряжение реле — 5 или 27 В. Диодный мост VD1 может быть любым на ток до 2 А и обратным напряжением не менее 100 В.

В авторском варианте применён самодельный электромагнит (**рис. 7**) на напряжение 27 В с сопротивлением обмотки 40 Ом, хотя подойдёт любой на напряжение 27 или 12 В, с силой втягивания, достаточной для открывания дверной щеколды. В авторском варианте электромагнит закреплён на двери, хотя может быть установлен на стене или дверной коробке.

Рис. 7

Монтаж устройства выполнен на макетных платах с применением навесного проводного монтажа. Часть деталей установлена на выводах других элементов. Соединение узлов между собой выполнено экранированными проводами, при этом можно применить любые разъёмы, рассчитанные на соответствующий ток. Экраны проводов соединяют с минусовой линией питания. Например, между источником питания и блоком управления контакты разъёма должны быть рассчитаны на ток до 1,5 А, а для соединения панели ввода и блока управления подойдёт любой малогабаритный разъём. При удалении кнопки SB1 и светодиодов HL2, HL3 на расстояние более 100 мм их провода следует поместить в общий экран, который необходимо соединить с минусовой линией питания, при этом резистор R1 следует располагать рядом с платой Arduino, а не на кнопке SB1.

Замок можно усовершенствовать, введя функцию автоматического открывания двери. Для этого в блок управления, расположенный на внутренней стороне двери, дополнительно устанавливают ультразвуковой дальномер HC-SR04 под некоторым углом к ручке для открывания двери (**рис. 8**). При приближении руки к ручке двери замок будет открываться автоматически. Дальность срабатывания — 100...200 мм. В этом случае ультразвуковой дальномер подключают к плате Arduino Pro Mini четырьмя проводами: Ucc — к линии питания +5 В; Trig — к контакту A1; Echo — к контакту A0; Gnd — к общему проводу. В Arduino Pro Mini загружают соответствующий скетч. Предварительно опытным путём определяется расстояние, при котором датчик не будет срабатывать в обычном состоянии. Измеренное расстояние в сантиметрах вносят в переменную **int UZD_cm = 10;**. Когда человек подносит руку к ручке двери, расстояние от датчика до руки становится меньше 10 см и замок открывается.



Рис. 8

От редакции. *Варианты скетчей для разных вариантов конструкции замка на Arduino Pro Mini находятся по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/03/zam1.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

БИРЮКОВ С. Симисторно-трансформаторный стабилизатор переменного напряжения. — Радио, 2018, № 2, с. 27—32.

Замена КР1171СП42 на микросхему серии MCP100.

Микросхемы серии MCP100 имеют активный выход при обоих выходных уровнях и встроенную задержку, поэтому элементы R19, R24, C10, VD3 можно не устанавливать. Вход питания микросхемы следует соединить непосредственно с цепью +5 В, выход RST — с базой транзистора VT5. В конструкции можно использовать любую микросхему серии MCP100 независимо от напряжения порога срабатывания, поскольку у всех микросхем он менее 5 В.

Чертёж печатной платы, переведённый в формат Sprint LayOut 6.0 нашим автором и постоянным читателем **Саглаевым С.** (г. Москва), имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/03/stab_AC_volt.zip** на нашем FTP-сервере.

ТКАЧУК М. Автоматическая водокачка. — Радио, 2018, № 2, с. 33—36.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов блока, контролирующего уровень воды в баке и передающего сигналы управления насосом, приведены на **рис. 1**. На ней установлены все элементы, кроме разъёмов XP1 и XS1. Поскольку транзисторы VT2, VT4 выпускают в двух модификациях (KSP2907A и KSP2907AC), отличающихся расположением выводов коллектора и базы, на плате для их установки предусмотрены четыре контактные площадки.

***От редакции.** Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/03/vodokach.zip** на нашем FTP-сервере.*

СЕРЕБРЯННИКОВ И. Автомат управления вентилятором с датчиком влажности. — Радио, 2018, № 2, с. 37.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов, кроме датчиков B1 и B2, трансформатора T1, плавкой вставки FU1, переключателей SA1 и SA2, вентилятора M1, приведены на **рис. 2.** Подстроечный резистор — СП-3-38А или аналогичный. Для резисторов, отличающихся расположением вывода движка, предусмотрено дополнительное отверстие. Вместо диодного моста КЦ407А (VD1) предусмотрена установка четырёх диодов VD1.1—VD1.4, например, серии 1N400x.

***От редакции.** Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/03/autocont.zip** на нашем FTP-сервере.*

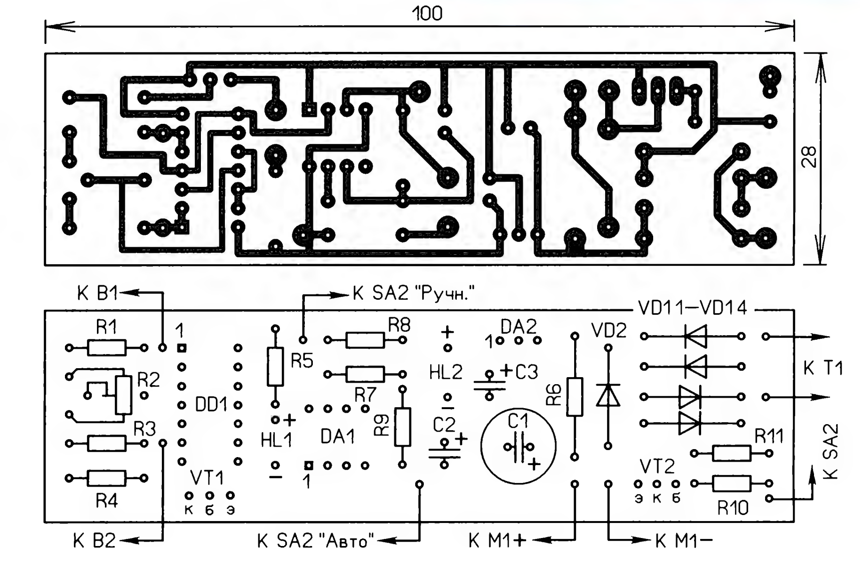
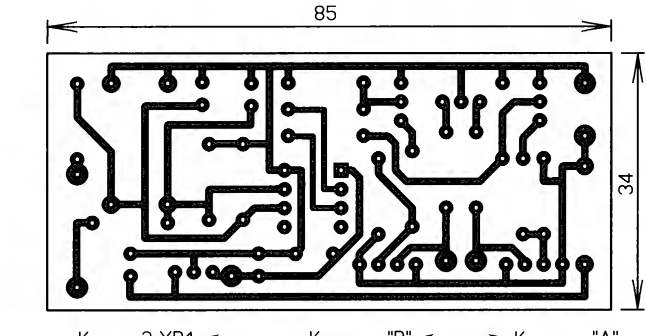


Рис. 2



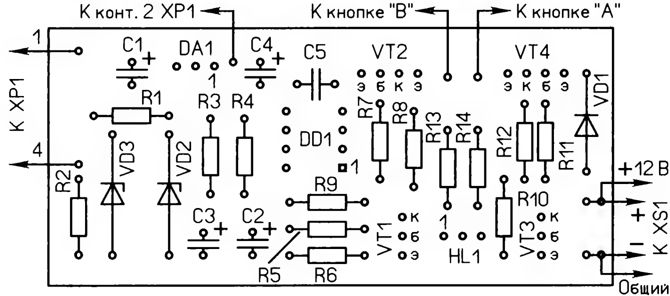


Рис. 1

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ДЕМЧЕНКО Б. Терморегулятор водонагревателя. — Радио, 2018, № 1, с. 30.

О подключении цепи управления симистора.

На рис. 1 статьи в цепи управления симистора VS1 вывод 4 оптрона

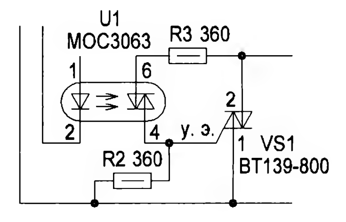


Рис. 3

*U1 и резистор R2 должны быть включены согласно приведённому здесь **рис. 3.***

Молодёжный кубок им. А. С. Попова — 2017 год

Второй раз соревнования проводились в ранге официальных включённых в единый план всероссийских мероприятий на 2017 год (спортивная дисциплина радиосвязь на КВ — телефон 1450061811Я, номер-код ЕКП Минспорта России — 28617). В них приняли участие 165 спортсменов (из них 117 юношей и 48 девушек), 85 радиостанций (из них представили отчёты — 81; из них "в зачёт" — 65). Среди участников — один мастер спорта, 13 кандидатов в мастера спорта, 21 имеет первый спортивный разряд, 14 — второй спортивный разряд, семь человек — третий спортивный разряд, девять — первый юношеский спортивный разряд, шесть — второй юношеский спортивный разряд, четыре — третий юношеский спортивный разряд.

В спортивных соревнованиях среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" приняли участие представители 31-го субъекта Российской Федерации из восьми федеральных округов.

Среди индивидуальных участников (радиостанция с одним участником в возрасте до 19 лет, все диапазоны) лучшим оказался Егор Морозов (R9PA) из г. Новосибирска. Второе место занял Игорь Пасякин (UA4S) из г. Волжска, Республика Марий Эл. На третьем месте — Илья Кузьмин (RT3T) из Нижнего Новгорода.

В этом году команды коллективных радиостанций были разделены на три возрастные группы — радиостанции с двумя или тремя участниками в возрасте до 13 лет, с двумя или тремя участниками в возрасте до 15 лет и с двумя или тремя участниками в возрасте до 19 лет.

Среди команд коллективных радиостанций с участниками в возрасте до 13 лет на первое место вышел коллектив радиостанции RK4W Дворца детского (юношеского) творчества г. Ижевска. В составе этой команды выступали Артемий Франгопуло, Владислав Друг и Артур Риккер. Тренирует команду Павел Коробко (RX4WX). На втором месте в этой группе — команда R9GM из г. Березники Пермского края. В её составе — Дмитрий Набокин, Артём Буторин и Андрей Сягин, тренер команды — Михаил Набокин (R9GM). Третье место заняла команда RD8U Центра детского творчества пгт Яя Кемеровской области, в её составе — Павел Сибиряков, Александр Стрекалов и Ян Трофимов. Тренер команды — Виктор Сидельцев (RZ9UF).



Команда RK4W Дворца детского (юношеского) творчества г. Ижевска: (слева—направо) Артур Риккер, Владислав Друг и Артемий Франгопуло.

В возрастной группе операторов до 15 лет победу одержала команда радиостанции Малой академии наук "Искатель" RK7KB (г. Симферополь, Республика Крым), в её составе — Игорь Кравчук, Никита Роганов и Михаил Шабанов. Тренер команды — Константин Ернев (RX7K). Второе место заняла команда R6BW средней школы № 68 пос. Колосистый Краснодарского края. В составе команды выступали Константин Мирошниченко и Григорий Фисун. Тренирует команду Анатолий Терещенко (R7BC). На третьем месте в этой группе — команда RZ5Z из г. Старый Оскол Белгородской области, в её составе — Владислав Дементьев, Мария Лизуткина и Игорь Забарин. Тренер команды — Владимир Чичикалов (R3ZN).

В "старшей" возрастной группе (до 19 лет) среди коллективных радиостанций первенствовала команда Белоозёрского общества радиолюбителей RK3DXW из пгт Белоозёрский Московской области. В составе этой коман-



Команда Белоозёрского общества радиолюбителей RK3DXW: (слева—направо) Даниил Кондратенко, Нина Иванова и Александр Бобурков.

ды выступали Александр Бобурков, Даниил Кондратенко и Нина Иванова. Готовил команду к соревнованиям Александр Савельев (RJ3DF). Второе место у "старшеклассников" заняла хабаровская команда UA0CDX, за которую выступали Елизавета Винокурова, Тимофей Бизяев и Андрей Учайкин. Тренер этой команды — Александр Савин (UA0CDX). На третьем месте в этой группе — команда RC3RA Уваровского кадетского корпуса имени Святого Георгия Победоносца из г. Уварово Тамбовской области, выступавшей в составе: Андрей Хахин, Ирина Бубенцова и Алина Ушакова. Тренировал кадетскую команду Александр Хахин (R3RF).

Победители в группе радиостанция с одним оператором, а также в трёх возрастных группах коллективных радиостанций будут награждены кубками, а занявшие вторые и третьи места — плакетками.

В командном зачёте среди спортивных команд субъектов РФ первенствовала команда Московской области. На втором месте — команда Липецкой области. Третье место заняла команда Пермского края.

По результатам соревнований среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" выполнили норматив кандидата в мастера спорта 19 человек, первый спортивный разряд — 28, второй спортивный разряд — 15, третий спортивный разряд — 20, первый юношеский спортивный разряд — 17, второй юношеский спортивный разряд — три спортсмена, третий юношеский спортивный разряд — семь спортсменов.

Технические результаты участников приведены в **таблице** по группам: занятое место, позывной, число подтверждённых связей, число очков за связи, число очков за страны, результат. Полные технические результаты можно посмотреть по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/2017-12-18.shtml** на сайте журнала "Радио", а также по адресу **http://news.srr.ru/wp-content/uploads/2017/11/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB-%D0%9A%D1%83%D0%B1%D0%BE%D0%BA-%D0%9F%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B0-2017.pdf** на сайте Союза радиолюбителей России.

SINGLE-OP

1	R9PA	207	621	80	701
2	UA4S	164	492	90	582
3	RT3T	156	468	100	568
4	R2GAP	140	420	110	530
5	RA5D	135	405	90	495
6	R2SAZ	125	375	80	455
7	RN3T	86	258	60	318
8	RN9T	62	186	40	226
9	R4HDR	13	39	30	69

MULTI-OP-19

1	RK3DXW	103	309	100	409
2	UA0CDX	118	354	40	394
3	RC3RA	99	297	80	377
4	RZ6HWF	102	306	60	366
5	RY4A	99	297	50	347
6	R0AK	87	261	70	331
7	RK9T	76	228	50	278
8	RK9YZZ	70	210	30	240
9	RK3IXB	53	159	80	239
10	RY4AEE	31	93	70	163
11	RC9MAA	35	105	50	155

MULTI-OP-15

1	RK7KB	177	531	50	581
2	R6BW	176	528	40	568
3	RZ5Z	142	426	110	536
4	RK6HWP	107	321	70	391
5	UA5A	79	237	70	307
6	RK3FWE	76	228	70	298
7	RZ9OWN	69	207	70	277
8	RC9FC	73	219	50	269
9	RK9CYA	44	132	50	182
10	RK3SAI	37	111	70	181

MULTI-OP-13

1	RK4W	132	396	90	486
2	R9GM	134	402	60	462
3	RD8U	126	378	70	448
4	RK3G	120	360	70	430
5	RN3D	104	312	80	392
6	RO5F	73	219	50	269
7	RK1OWZ	60	180	60	240
8	RO9T	65	195	40	235
9	RK4CYW	58	174	60	234
10	RO9W	58	174	50	224
11	RZ4PXP	52	156	50	206
12	R3MAI	45	135	60	195
13	RC1AM	43	129	60	189
14	RZ6LWY	49	147	40	187
15	RO4S	20	60	50	110
16	RK4SWF	21	63	40	103
17	RK4HYT	17	51	40	91

OM SINGLE-OP

1	RW3AI	119	357	70	427
2	RL4A	99	297	80	377
3	RA3VX	81	243	90	333
4	R3AAA	80	240	60	300
5	RA0AY	62	186	50	236
6	RA4HBS	47	141	50	191
7	R1QE	25	75	70	145
8	R4PCI	18	54	40	94
9	RT3Z	14	42	30	72
10	RA3NC	7	21	20	41

SWL

1	R6H-58	23	55	0	55
2	R6H-59	12	30	0	30
3	R3D-555-PU	11	25	0	25
4	R6H-104	7	17	0	17
5	R6H-25	5	15	0	15

Иностранные участники

OM SINGLE-OP

1	LZ1ZF	141	423	40	463
2	UR6LF	24	72	20	92

OM MULTI-OP

1	D1CTT	87	261	40	301

Очень холодно...
и тебя постоянно кто-то хочет съесть!



Елена АГЕНТОВА, Михаил КУТЮМОВ (UA1QV), г. Вологда

В сентябре — октябре 2017 г. состоялась радиоэкспедиция по программе IOTA на о. Виктория. Мы публикуем интервью, которое дал вологодской журналистке Елене Агентовой один из участников этой экспедиции Михаил Кутюмов.

В середине октября в утренних новостях ТВ "Россия 1" обратила внимание на коротенький сюжет о возвращении в город-герой Мурманск уникальной высокоширотной экспедиции. Коротенький видеоряд настолько заинтересовал, что пришлось прибегнуть к вездесущему Интернету в поисках подробностей. Всемирная паутина не подвела. Более того, среди участников обнаружился вологжанин. И не просто земляк, а человек мне знакомый, Михаил Кутюмов. Бывший полярник. Почётный радист России. Лет десять назад довелось брать у него большое интервью о зимовке в Антарктиде. Номер телефона, к счастью, не поменялся. И даже голос. Осталось дождаться окончания постэкспедиционных хлопот и его возвращения в родную Вологду.

— Михаил, куда была очередная экспедиция? Каковы цели?

Ходили на остров Виктория, самое западное и одновременно северное владение России. Он расположен в координатах 80° 9' северной широты и 36° 30' восточной долготы. Это около 200 км западнее мыса Мэри-Хармсуорт, что на Земле Александры, крайней западной оконечности архипелага Земля Франца-Иосифа. Были две цели: провести экологический мониторинг и радиооткрыть остров для мирового радиолюбительского сообщества.

— Разве туда можно дойти? Ведь это Северный Ледовитый океан... Как добирались?

Дойти в традиционном сухопутном понимании, конечно, нельзя. Даже в середине зимы. Ведь с севера Скандинавию огибает незамерзающее тёплое течение Гольфстрим. Но по вековым традициям моряки именно ходят, а не плавают. Можно, конечно, было и долететь. Теоретически. Но для этого нужен как минимум вертолёт на Землю Франца-Иосифа, а до самого архипелага — спецрейс. Потому как ни в каких расписаниях маршруты туда не предусмотрены. Теоретически, повторюсь. Расценки у наших авиаторов не просто заоблачные, а космические. Арендовать транспортное судно опять же по средствам только "зелёным" миллионерам. После долгих размышлений и поисков нами была зафрахтована океанская крейсерская яхта в столице Мальты, Валлетте. Несмотря на иностранный флаг, экипаж яхты — наши, российские ребята. За плечами у капитана Даниила Гаврилова опыт первой и единственной в мире кругосветки вдоль побережья Северного Ледовитого океана за один сезон.

— Кто организовал, кто финансировал, кто участники?

Организовали мы сами, при поддержке Ямало-Ненецкого регионального отделения Русского географического общества и Союза радиолюбителей России, а также клуба радиопутешественников "Русский Робинзон". Всего в команде, костяк которой составила группа "Легенды Арктики", было 13 человек: Игорь Знаменский (UA9KDF), Артём Русин (UA9KAM), Юрий Рябов (UA9LDW), Валерий Нестеров (RA9J), Михаил Кутюмов (UA1QV), Виктор Кузякин (RW0BG), Юрий Заруба (UA9OBA), Владимир Коробейников (UA9LDD/N), Андрей Коробейников (UA9LDD), Сергей Надточий (UA9KB), Андрей Семешко (RT9K), Валерий Макаров (UA0ZC), Владимир Васильев (R9LR), а также два яхтсмена — капитан яхты "RUSARC AURORA" и старпом Владимир Костин. По нашей просьбе, с целью увеличения числа радистов, капитан оставил штатных матросов и кока на берегу, заменив их в судовой роли нашими людьми. Руководил экспедицией мой старый приятель Игорь Знаменский. В состав вошли лучшие из лучших путешественники (с учётом требуемых качеств), собранные реально со всей России. Из Петропавловска-Камчатского, из Сибири, из Вологды... Годные по здоровью, бывалые мужики зрелого возраста. С опытом не только полярных путешествий, но и зимовок в Арктике и Антарктике. Кроме того, из Москвы и Германии осуществлялось "пилотирование" (координация и информационное сопровождение), а WEB-дизайн и доступ в Интернет обеспечил наш соотечественник из США. Львиную долю затрат понесли сами участники. Неоценимую помощь оказали друзья-радиолюбители г. Мурманска и многочисленные спонсоры, наши коллеги из более чем десятка стран мира.

— Откуда взялась такая идея — идти на край Земли? Долго ли вызревала?

Радиолюбительство чем-то сродни лёгкой атлетике, которая объединяет и бегунов на стометровку, и метателей молота, также обширно и разнообразно. Начиная от чисто технических аспектов и навыков, всевозможных экспериментов в области радиосвязи, просто общения между людьми в эфире, приёма и передачи азбуки Морзе на скорость и заканчивая чистым спортом. Проводятся чемпионаты внутри стран, Европы и Мира по радиосвязи на коротких волнах. Этому увлечению (имеют официальные лицензии администрации связи в своих странах) подвержено более шести миллионов человек на планете. От учащихся школ, студентов и до королей, глав правительств и парламентов включительно. Кстати, все нынешние космонавты, до единого, имеют любительские позывные. Но и спортсменам, и просто выходящим в эфир с целью пообщаться очень интересны и привлекательны радиосвязи с редкими корреспондентами. Радиолюбительским сообществом учреждены и выдаются дипломы за достижения в этой области. А за высшие достижения — награды. Наиболее престижные из них — за проведение связей со всеми странами мира и... всеми островами. Если страны отработаны довольно многими, хотя это очень непросто, то со всеми островами (на картах давно изучены и пронумерованы)... пока ещё никем. Да, выдано около ста наград за установление связей с 750-ю островами, несколько десятков человек могут показать QSL (карточки-квитанции) с более чем 1000 островов... Но до сих пор 42 острова не радиооткрыты. Остров Виктория был 43-м до октября 2017 г. Это, как правило, очень отдалённые и труднодоступные острова либо принадлежащие странам, в которых ведутся боевые действия, либо... вот в Северной Корее пять таких островов имеются. Причина — политическая, так скажем.

Остров Виктория — из разряда отдалённых и труднодоступных. Север — крайнее некуда. Лёд в этом году отнесло от острова в середине сентября, а уходили мы уже по молодому льду. Ещё пара дней — и "играли" бы в челюскинцев. Готовились долго. Чуть более года. Здесь всё: и отбор участников, и тщательная проработка логистики, и сбор средств. Особое внимание уделили радиооборудованию и средствам технического обеспечения. Груза набралось более двух тонн. Это не считая продуктов питания, личных вещей и т. п. Ведь чтобы остров был засчитан, радиооткрыт, необходимо по условиям установить не менее 1000 радиосвязей, причём со всеми континентами. Учитывая потенциально ограниченное время пребывания на острове, нами было принято решение развернуть одновременно четыре-пять рабочих мест. И работать круглосуточно всеми видами излучения: от классических телефона-телеграфа до цифровых видов (по сути, тот же контакт компьютер-компьютер, только не по интернет-проводам, а в эфире), спутниковых (в космосе летают 15 радиолюбительских спутников), с отражением сигналов от поверхности

Луны. Достаточно много времени и нервов отняли рутинные оргвопросы. Были получены лицензия Минсвязи РФ, разрешающая работу оттуда, и международный позывной RI1F, оформлены коллективные и индивидуальные пропуска у пограничников, получено разрешение ФСБ на многократное пересечение госграницы. Напомню, судно — под мальтийским флагом. Перечислять можно долго, это не экспедиция "выходного дня". Закончу тем, что только груз был застрахован на три миллиона рублей, а страховая компания "Югория" застраховала наше здоровье на девять этих самых миллионов. Спасибо ей огромное!

балла — не в счёт. На остров прибыли точно, благодаря хорошей навигационной аппаратуре и мастерству экипажа, в ночь с 3-го на 4 октября. Дальше нужно было выгрузить на сушу две с половиной тонны снаряжения, перевозя всё партиями с яхты на берег на надувной ПВХ-лодке, и обустроить лагерь для жизни и работы. Но там нас ждала незабываемая встреча. Во времена Советского Союза на о. Виктория была полярная метеостанция и стояла рота ПВО, но в 1994 г. остров обезлюдел. И с тех пор звери совершенно забыли о том, кто такой человек. Там воцарились законы дикой природы. На небольшой территории — два на пять километров — развелось целое стадо белых медведей. Такого ранее не встречал нигде! И две колонии моржей, численностью примерно по 170 особей в каждой. Моржи крупные и агрессивные, массой по 500...600 кг самки и под две тонны взрослые самцы.



Команда RI1F.

— Подробнее о яхте. И об особенностях мореплавания под парусами в высоких широтах.

Вышли мы из Мурманска 29 сентября. Яхта — килевая, длина 18 м, ширина пять, осадка три метра. Высота грот-мачты — 24 м. Общая площадь парусов — 160 м^2, масса — 50 т в полном снаряжении. Летом ребята возят на ней европейских туристов на Шпицберген, в Исландию, зарабатывают деньги. Зимой работают на маршруте Аргентина — Антарктида. Во время перехода Мурманск — о. Виктория (это примерно 1300 км) шли в основном под дизелем и под каким-нибудь из парусов. Или всеми сразу. Всё диктовали ветер и время, которое нельзя было терять. Особенности объясняются географией. Холодно, безлюдно, за исключением нескольких военных и рыболовецких судов, только чайки, гаги, дельфины (!) да моржи. На Севере много кто бывал. Но гораздо меньшим довелось почувствовать фантастические ощущения: когда ночь, когда от горизонта до горизонта играет цветное северное сияние, а океан мерцает сине-бело-зелёными искрами планктона, когда из звуков только шум ветра в парусах, да вода за кормой...

Погода откровенно была на нашей стороне. Штормов не случилось, хотя по прогнозу должны были. Три-четыре

Подробности высадки из дневника капитана Даниила Гаврилова:

"В сильный прибой на гружёной лодке отойти от берега было очень сложно. Мотор остыл, пришли моржи в огромном количестве и плавали в 10...15 м от берега, а некоторые из них даже пытались выбраться возле лодки. Что такое 15 м до стада в 100 туш, каждая массой минимум по 400 кг? Очень страшно! Особенно, если знаешь, что холодный мотор не заведётся сразу, а спасательный гидрокостюм парализует движения. Худо-бедно, вытолкали лодку с четвёртой попытки. Я болтаюсь в полосе воды между берегом и моржами на все 15 м, ребята кидаются камнями и кричат, над головой свистят ракеты. Мотор не заводится, мозг перебирает варианты, холодный пока ещё рассудок даёт правильные команды, и в итоге я завёл мотор и отошёл. Ух-х! Больше никогда не пойду на "тузане" в спасательном костюме — это всё равно, что пытаться вышивать в скафандре. Лучше бы я промок до нитки, но имел возможность двигаться".

— Михаил продолжает:

Груза было две с половиной тонны: ГСМ, пища, снаряжение, антенные мачты, личные вещи. Современнейшая радиоаппаратура, несколько экземпляров специально предоставлены ведущими фирмами мира для испытаний в реально суровых условиях. Всё было упаковано в водонепроницаемые пластиковые контейнеры. Моржи подплывали без всякой опаски. Капитан отпугивал: раза три проедет у них перед мордами, и они отходят. Но один вдруг выскочил, ударил бивнями в лодку: бух! Две дыры в ладонь. Борт спустил, я его за ручку поднял, чтобы воду не черпать. И мы вылетели на этом борту на берег. А потом уже в прибойной волне ящики с аппаратурой по 70...80 кг на берег выкидывали. Волны через голову. Литров двести воды наливается в лодку. Эту воду отчерпывали на обратном пути. На очередной прибойной волне капитан заводил мотор, надо было плюхнуться в лодку и ехать за следующей партией груза. Лагерь устроили в большой палатке в 100 м от прибоя на узкой полосе открытого грунта (галечник, вечная мерзлота) в северной части островка. Остальную часть территории занимал ледник высотой 150 м, обрывавшийся отвесно на все части света. От него периодически откалывались в океан небольшие айсберги. С ледника мы брали пресную воду, получая её путем таяния.

Из дневника капитана:

"Через два дня лагерь было уже не узнать: ребята поставили по периметру пять здоровых антенн разных систем высотой метров по десять. Есть даже антенна, которая будет работать через Луну или другие небесные тела, включая метеоры. Она имеет приводы и поворачивается в нужную сторону. Лагерь выглядит очень внушительно, как из фильмов про НАСА: жёлтая палатка в центре, вокруг пять антенн, периметр закрыт сигнализацией, только русские мужики ходят в свитерах и ушанках, и с ружьём".

— Михаил поясняет:

Высадка заняла весь световой день. Уже в сумерках поставили палатку (три на шесть метров), установили одну антенну и организовали первое рабочее место, запустили его в эфир. Только тогда решили перекусить. И отметить первый реальный успех — мы в эфире, нас слышат! Хлеб, тушёнка, спирт. Последний решили не разводить традиционно "по широте". Невелика погрешность. Второй тост продиктовала природа: "За первый снег!". Замечу, что температура воздуха была –8 °С, а воды — –0,7 °С. Морская солёная вода замерзает при минус трёх... А после высадки сухой одежды на нас не было. Далее вся ночь ушла на сборку и монтаж антенных конструкций и оборудование лагеря. Ближе к полуночи запустили тепловую пушку (на солярке) для обогрева палатки. Пушка пыталась капризничать, пришлось её перебирать полностью. Причину так и не обнаружили, но более ни разу не подвела. Пушку, как и некоторые хозяйственные предметы, типа газовой плиты, мультиварки и т. п., приобрели в Мурманске. Не тащить же за тысячи километров... В Мурманске обогреватель работал...

Утром ждал первый серьёзный сюрприз. Я стал выносить из палатки мусор, образовавшийся после распаковки оборудования, в пустую бочку, что специально установили в десяти шагах. Вынес, поджёг. Когда вернулся во второй раз, у бочки стоял белый медведь! На предмет неизбежной встречи с ними мы взяли много чего. Даже сигнализацию для защиты периметра. Но чтобы вот так... Зная, что убегать от него однозначно смертельный номер, попросил мишку матом. И крикнул в палатку, что медведь у входа. Заряженное ружьё стояло рядом, за стенкой. С ним мгновенно вылетел наружу сидевший на вахте радист Игорь Знаменский. Снял с предохранителя и выстрелил сигнальной ракетой перед медвежьей мордой. Эффект вышел забавный. Мишка подошёл к горящей ракете и с нескрываемым любопытством, похожим на восторг ребёнка, начал её рассматривать. Когда она потухла, с таким же выражением посмотрел на нас. Совещание было коротким: "Давай дробью!" — "Даю!" Получив заряд дроби в филейную часть, зверюга зло, но медленно, с достоинством, стал удаляться. И ушёл. Забитые в стволы два патрона с пулями, к счастью, не понадобились. Если изначально договорились выставлять караул на ночь, то график дежурств тут же переделали на постоянный. Ибо ходят эти мишки несмотря на полутонный у некоторых особей вес, совершенно бесшумно и круглосуточно.

На вторую ночь после высадки поднялась лёгкая метель. Дул северный порывистый ветер. Мачты и антенны обледеневали, в 100 м плескалось открытое море, было холодно. Но самое страшное — под покровом метели медведи в лагерь пытались проникнуть с мрачной периодичностью. Приходилось постоянно палить солярку в пустых бочках по периметру и время от времени открывать предупредительный огонь из ружья.

На острове экспедиция провела почти неделю: с 4-го по 9 октября. Погода не баловала: выпал снег, тянул холодный северный ветер. Яхта на якоре тоже покрылась ледяной коркой. Палатка обогревалась тепловой пушкой постоянно. В эфире работали круглосуточно, поделив сутки на четыре вахты. На отдых отводилось всего шесть часов. Почему так мало? Нужно было охранять лагерь от медведей, готовить еду, добывать воду из ледникового льда, заправлять два бензоагрегата "Ямаха" и дизельный мощностью 6,5 кВт и пр. В том числе обследовали бывшую полярную станцию и воинскую часть. Отсняли всё на фото и видео. В эфире постоянно были радисты с четырёх рабочих мест, а в последние сутки — и с пятого. Установлено 11,5 тысячи связей со всеми континентами Земли. "Охотились" же за нами несколько сотен тысяч радиолюбителей. Это только те, кому точно интересен остров. Много было таких, кто кидался в свалки на наших частотах с целью просто дозваться в таком столпотворении. Крайне редко посещаемые острова, а тем более впервые, считаются большой удачей и достаются, прежде всего, целеустремлённым, очень хорошо технически оснащённым мастерам и, конечно же, имеющим опыт пробиваться в подобных столпотворениях. На английском они именуются словом "pileup". Оператору, разгребающему этот пайлап, тоже нужно обладать и опытом, и техникой. Обычному радисту сложно проводить связи, когда тебя зовут одновременно тысячи человек, создавая взаимные помехи и перебивая друг друга. Тут нужно мастерство высшего уровня. Экспедицию нашу в эфире ждали, за нас переживали, радовались своим и нашим удачам. Эмоциональный накал был чрезвычайно велик! Почти во всех странах мира на радиолюбительских форумах бурно обсуждалось это событие. Выходы в эфир с необитаемых, труднодоступных и удалённых островов — это всегда событие. И возможность пополнить свою коллекцию карточками-подтверждениями редчайших связей. На тот же о. Виктория, несмотря на всю его востребованность, вряд ли кто сможет забраться в ближайшие годы.

Но радость от успешной работы в эфире перемежалась с тревогой: исконные хозяева острова становились всё агрессивнее. Мне неоднократно приходилось сталкиваться и с моржами, и с белыми медведями. Научился даже доставать медвежьи клыки и снимать на сувениры когти с убитых моржами медведей. Но никогда не видел их сразу вблизи в таком количестве, к тому же полностью утратившими страх перед человеком! Однажды насчитали 12 мишек в прямой видимости. Как среди моржей, так и среди медведей были колоссально огромные особи. В последнюю ночь мишки пытались нас атаковать восемь раз. Сигнальные и дробовые патроны были на исходе, пулевые применять рука не поднималась. Медведи перестали бояться огня, выстрелов, ударов кувалдой по цистерне. Мы решили сворачивать лагерь и уезжать. Тем более, что условия радиооткрытия были выполнены. Хотя уезжать не хотелось: число радиолюбителей, желающих сработать с островом, было ещё очень велико.

Отъезд. Из дневника капитана:

"08.10. Возили груз и людей до семи вечера, пока не стало совсем страшно: всё-таки был сильный прибой и постоянно мешали моржи. Приходилось подплывать к пляжу метрах в ста от места погрузки, выманивать моржей и потом, когда они к тебе приближались, на полном ходу идти вдоль пляжа до ребят, быстро грузиться и с полной лодкой воды уходить к яхте. Иногда получалось сделать всё так быстро, что основная группа моржей не успевала подплыть. Но всё равно около пяти животных не велись на выманивание и постоянно дежурили возле груза. Уставший и полностью мокрый, с отмороженными конечностями, я вернулся к семи часам на корабль. На утро оставались ещё 3—4 ходки, потом нужно было переставить корабль на другое место и немного пополнить запасы пресной воды.

09.10. Встали рано. Несмотря на то что ветра почти не было, прибой стал ещё сильнее. Съехали на берег с грузовой партией. Оказалось, что все моржи, лежащие до этого на пляже, теперь живут в воде, их 170 штук, и все они мешают и без того сложной погрузке. Моржи очень любопытны и толпами плавают возле яхты и "тузана", сами лезут в кадр. Прогулявшись по пляжу, мы нашли две свежие лужи крови: ночью мишки всё-таки замочили двух моржей, оттащили их к бочкам в ложбину и там пировали. Одновременно мы насчитали восемь медведей: один лежал на пляже недалеко от нас, другой — на леднике, в 200 м от нас, и шесть мишек ели ещё парные туши двух моржей. Жуть. Я бы назвал два последних дня так: все против всех. Миши хотят съесть нас и моржей, мы против моржей и медведей, а моржи против нас и мишек. И в такой негативной обстановке нам надо заниматься делами. Эта экспедиция, конечно, полная жесть по сравнению с рафинированными турами



Антенна GP.



УКВ-антенны.

на Шпицберген: очень холодно, и тебя постоянно кто-то хочет съесть".

— Зачем вам надо было ради своего увлечения так рисковать?

Возможно, мы — чокнутые, и относимся к далёким островам с гораздо большей любовью, чем, скажем, к драгоценным камням. Для меня, да и для большинства членов нашей команды это пусть тяжёлая и опасная, но вполне привычная мужская работа, в которой есть цель. И эта цель достигнута. Последний остров Европы радиооткрыт. А всё остальное — яхты, снятия—высадки, медведи и суровый климат — лишь средства и условия.

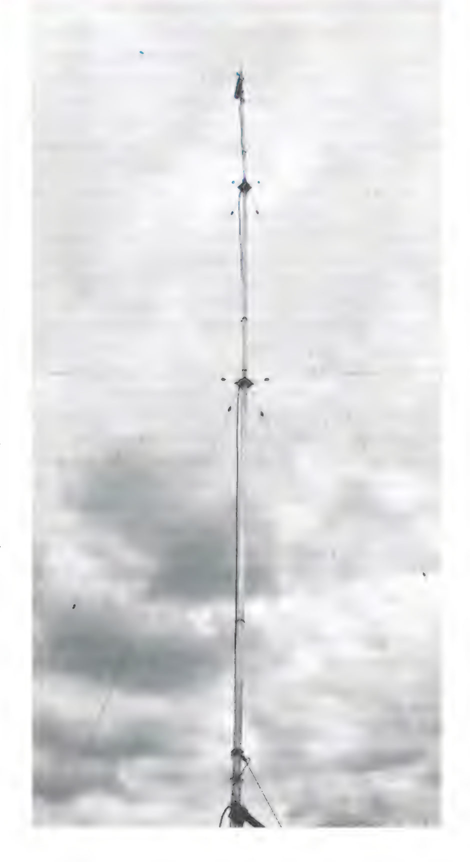
— Ну, видно, и впрямь... К счастью, никого не съели, вся команда цела-невредима вернулась 14 октября в Мурманск с победой: российскими радиоспортсменами остров Виктория "взят"!

Михаил — а дальше... что?

Кроме, скажем так, сверхзадач, есть и более простые, но не менее нужные. Радиолюбительство, повторюсь, многогранно. В мае этого года предстоит выход в эфир из средней школы № 18 города Вологды. Ждём из Главного радиочастотного центра РФ специальный позывной сигнал. Работа будет посвящена памяти нашего земляка, знаменитого полярного радиста А. А. Полянского, имя которого носит школа. 80 лет назад (параллельно с папанинской четвёркой на СП-1) начался научный дрейф ледокольного парохода "Седов", начальником радиостанции которого был Александр Александрович Полянский. Дрейф продолжался более двух лет! Из восточной Арктики через Северный полюс. "Седов" вышел из дрейфа в районе о. Виктория, как и папанинцы. Место символичное получается... За свой подвиг все 15 участников были удостоены звания Героя Советского Союза. Работа в эфире проводится под эгидой радиоклуба "Арктика". Ещё одна специальная станция выйдет в эфир из Архангельска, города, где провёл последние годы жизни известный полярный радист и исследователь, человек удивительной судьбы.

Шестидиапазонная антенна Inverted V

Александр БЕЛОУСОВ, Дмитрий БЕЛОУСОВ (UR4LRG), г. Харьков, Украина



Радиолюбители часто используют антенну Inverted V как ненаправленную на несколько КВ-диапазонов. Перед другими многодиапазонными антеннами она имеет несколько преимуществ:

— для её установки нужна всего одна мачта любой удобной конструкции, которая не принимает участия в излучении радиоволн. Излучатели образуют верхний ярус растяжек мачты;

— хорошо работает над "плохой" землёй (подстилающей поверхностью с низкой проводимостью), поскольку в излучателях всех диапазонов пучность тока находится вблизи верхушки мачты и поэтому удалена от земли на максимальное расстояние;

— излучатели всех диапазонов полноразмерные и обеспечивают максимально эффективное излучение;

— все излучатели можно настраивать, не поднимаясь на мачту;

— питание антенны на всех диапазонах происходит по одному и тому же кабелю.

Существуют много вариантов антенны Inverted V. Обычно это два соединённых параллельно диполя на диапазоны 40 и 80 метров, середины которых подняты на мачту высотой 10...15 м. Диполь диапазона 40 метров работает и в диапазоне 15 метров. Описаны конструкции, содержащие до пяти-шести параллельных диполей, что увеличивает число рабочих диапазонов. Но если диполей больше трёх, их взаимное влияние становится очень сильным — настройка одного диполя нарушает настройку одного-двух других. При подъёме такой антенны на мачту многочисленные провода, образующие её, обычно запутываются, и приходится долго их распутывать.

Предлагаемый вариант антенны Inverted V (**рис. 1**) содержит три соединённых параллельно диполя, удовлетворительно работая при этом в шести радиолюбительских КВ-диапазонах: 10 метров, 15 метров, 20 метров, 30 метров, 40 метров и 80 метров. Она

содержит два трапа, настроенных на частоту 14,2 МГц. Все диполи выполнены из медной проволоки диаметром 2,12 мм.

В диапазоне 80 метров работает диполь, образованный отрезками проводов W2, W4, W8, W11. Трапы W3 и W10 практически не укорачивают его. Рабочая полоса частот по КСВ<2 довольно узкая (50...60 кГц) и сильно зависит от высоты подвеса антенны и качества земли под ней.

В диапазоне 40 метров работает полноразмерный для этого диапазона диполь, образованный отрезками W1 и W9 и имеющий рабочую полосу частот около 150 кГц.

В диапазоне 30 метров снова работает диполь W2, W4, W8, W11, поскольку благодаря реактивности трапов W3 и W10 одна из его резонансных частот лежит в этом диапазоне. Резонанс довольно острый, но полностью покрывает диапазон.

Тот же диполь работает и в диапазоне 20 метров. Настроенные на 14,2 МГц трапы приводят к тому, что в этом случае работают только отрезки W4 и W8. Поэтому имеется резонанс диполя и в диапазоне 20 метров.

В диапазоне 15 метров работает диполь W1, W9, электрическая длина которого в этом диапазоне близка к $3/2\lambda$.

В диапазоне 10 метров работает диполь, образованный отрезками W5 и W7.

Антенну устанавливают на мачте высотой 10...15 м. Как отмечалось выше, мачта не служит излучателем, она может быть составлена из алюминиевых или стальных труб разного диаметра. Применены трубы внешним диаметром 55, 50, 45 и 40 мм из сплава Д16. Они вставлены одна в одну на глубину 30 см и зафиксированы сквозными винтами М6.

Мачта имеет три яруса растяжек. Как уже было сказано, излучающие провода — части их верхнего яруса. Неизлучающие части оттяжек верхнего яруса и нижние ярусы выполнены из оцинкованной стальной проволоки диаметром 2 мм, разделённой изоляторами на отрезки длиной по 3 м. Растяжки прикреплены к надетым на мачту пластинам из толстого стеклотекстолита и не имеют электрического контакта с ней.

Питают антенну по одному коаксиальному кабелю W6 с волновым сопротивлением 50 или 75 Ом. Применён кабель RG-213. В крайнем случае можно использовать телевизионный кабель хорошего качества, например Finmark F690BV.

Весьма желательно установить на кабеле запорный дроссель L1. В нашем случае его образует столбец, содержащий 50 колец K12×20×6 из феррита 2000НМ, надетый на ближайший к излучателям конец коаксиального кабеля и закреплённый на нём термоусаживаемой трубкой. В отсутствие достаточного числа ферритовых колец можно намотать 3 м кабеля на пластиковую трубу диаметром 50...60 мм, хорошо закрепив на ней витки. В любом случае дроссель располагают под стеклотекстолитовой пластиной, на которой кабель соединяется с диполями.

W1 W5 L1 W7 W9
W6 RG-213
W4 W8
К трансиверу
W1, W9 10,7 м
W2, W11 3,85 м
W4, W8 15,79 м
W5, W7 2,6 м
W3, W10
Lтр 2,24 мкГн
Cтр 56 × × 4 кВ
W3 W10
W2 W11

Рис. 1

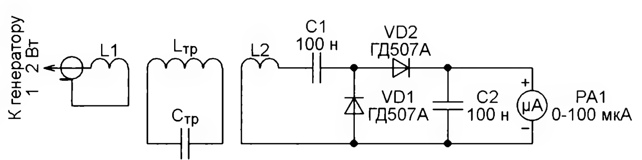


Рис. 2



Рис. 3

Все пайки проводов между собой и к кабелю, а также открытый конец самого кабеля должны быть хорошо защищены от осадков. Для этого использована сырая резина. В крайнем случае можно просто обмазать солидолом критичные к воздействию влаги места (особенно там, где из внешней изоляции коаксиального кабеля выходит оплётка). Соединяемые провода желательно перед пайкой скрепить бандажом из медной проволоки диаметром 0,5 мм.

Трапы W3 и W10 собирают по имеющейся на рис. 1 схеме. Для их изготовления подготовьте две пластины размерами 50×150 мм из стеклотекстолита толщиной 2,5...3 мм. На длинных рёбрах каждой пластины сделайте по семь пазов шириной и глубиной по 2 мм, расстояние между пазами также 2 мм. Для лучшей укладки провода пазы на противоположных рёбрах пластины должны быть взаимно смещены так, чтобы паз на одном ребре находился точно напротив выступа на другом.

Медным проводом диаметром 2 мм намотайте на оправке диаметром 45 мм две катушки по восемь витков. Сняв катушку с оправки, наденьте её на подготовленную пластину так, чтобы семь её витков вошли в пазы. Аналогично изготовьте и вторую катушку.

Далее необходимо приготовить густую эпоксидную смолу, смешав её с отвердителем в пропорции 10:1. Смолу наберите в шприц без иглы и закрепите ею витки в пазах стеклотекстолитовых пластин. Спустя сутки, когда смола полностью отвердеет, концы проводов катушек аккуратно отформуйте и присоедините к конденсаторам трапов. Индуктивность каждой катушки должна получиться около 2,24 мкГн.

Конденсаторы трапов — К15У-1а группы ТКЕ МП0 ёмкостью 56 пФ. Не советую использовать самодельные конденсаторы из медных пластин или фольгированного армированного фторопласта (ФАФ). Их термостабильность будет плохой.

Трапы настраивают на частоту 14200 кГц бесконтактным способом, собрав установку, схема которой показана на **рис. 2**. Для этого необходимы генератор сигналов соответствующего диапазона мощностью 1...2 Вт и отрезок любого коаксиального кабеля длиной 1...2 м. Один конец этого отрезка подключают к выходу генератора, а другой — к катушке L1 диаметром 50 мм из двух витков провода диаметром 1...1,5 мм.

Простейший индикатор напряжённости поля делают из стрелочного микроамперметра PA1 на 100 мкА, гер-

маниевых диодов VD1 и VD2, конденсаторов С1, С2 и такой же, как у генератора, двухвитковой катушки L2. Катушку L1 поднесите на расстояние 5...7 см к одному из торцов катушки трапа. На таком же расстоянии от другого торца катушки трапа поместите катушку L2. Все катушки должны быть соосны.

Включите генератор и, вращая ручку его перестройки, определите по максимуму показаний микроамперметра РА1 резонансную частоту трапа. Осторожно сжимая или растягивая витки катушки трапа в небольших пределах, добейтесь, чтобы у обоих трапов она была как можно ближе к 14200 кГц.

Крайне желательно проверить термостабильность изготовленных трапов. Для этого поместите их на 8...10 часов в морозильное отделение холодильника. Затем достаньте их и немедленно проверьте резонансную частоту. Она должна остаться в пределах диапазона 20 метров и обычно равна 14020...14040 кГц. После прогрева трапов до комнатной температуры их резонансная частота должна вернуться к исходной (14200 кГц). На этом настройка трапов закончена.

Провода диполя прикрепите к стеклотекстолитовой пластине длиной 200 мм. На ней же одним винтом (чтобы уменьшить механическую деформацию под воздействием ветра) закрепите трап, на который затем наденьте пластиковую бутылку со срезанным дном. Готовый трап изображён на **рис. 3**.

После установки на мачту антенну необходимо настроить. Для этого к нижнему концу фидера W6 подключите антенный анализатор. Чтобы лишний раз не опускать мачту, лучше обрезать провода W5 и W7 до указанной на рис. 1 длины заранее, поскольку после подъёма на мачту достать до них с земли будет невозможно. В диапазоне 10 метров ширина рабочей полосы частот диполя W5, W7 — около 500 кГц, при указанной длине проводов её центральная частота будет около 28250 кГц.

Далее настройте диполь из отрезков W1 и W9. Необходимо, чтобы он резонировал на частоте 7010...7020 кГц, при этом автоматически будет получен и резонанс в диапазоне 15 метров на частоте 21150 кГц.

Следующий этап — поиск резонанса в диапазоне 20 метров. Если он не попал на частоту 14150 кГц, откорректируйте длину проводов W4 и W8. Затем найдите резонанс в диапазоне 30 МГц, при необходимости корректируя длину проводов W2 и W11. Учтите, что в диапазоне 30 метров резонанс очень острый. После этого в диапазоне 80 метров автоматически должен получиться резонанс на частоте около 3540 кГц. На этом настройку антенны можно считать законченной.

Изготовлены три описанные антенны. Первая установлена у одного из соавторов статьи на радиостанции UR4LRG, вторая — у Алексея Яковлева (UT5UY), а третья — на коллективной радиостанции Харьковского радиоклуба UR4LZZ. Получено хорошее совпадение результатов моделирования и параметров реальной конструкции. Антенна хорошо выдерживает большую мощность даже в сырую погоду, в том числе при работе в диапазоне 20 метров.

Приложенный к статье файл InvV_80-40-30-20-15-10_ok.maa содержит компьютерную модель антенны. В трапах модели заданы оптимальная, согласно расчётам, ёмкость 50 пФ и индуктивность 2,53 мкГн. В этом случае при резонансе антенны в середине диапазона 30 метров она резонирует и в середине диапазона 80 метров. Однако при изготовлении антенны нам не удалось найти высоковольтные конденсаторы ёмкостью 50 пФ, поэтому в трапы были установлены конденсаторы К15У-1а номиналом 56 пФ, а индуктивность уменьшена. Могут быть применены и конденсаторы ёмкостью 47 пФ.

От редакции. *Файл модели антенны имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/03/invv.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

КВ-приёмник прямого преобразования "ППП-80-UN7BV"

Владимир РУБЦОВ (UN7BV), г. Астана, Казахстан

Этот тип приёмников выполняет ту же функцию, что и супергетеродины, но отличается от них тем, что в приёмниках прямого преобразования (ППП) это происходит без промежуточных преобразований, т. е. принятый на рабочей частоте сигнал преобразовывается непосредственно в звуковую частоту. Есть у ППП свои преимущества: меньше побочных каналов приёма и интерференционных свистов, поскольку имеется только один гетеродин, что выгодно отличает гетеродинный приёмник от супергетеродина с двойным преобразованием частоты. При этом субъективно эфир кажется чище и можно быть точно уверенным, что даже слабо слышимая станция работает на частоте настройки приёмника, а не на какой-либо другой частоте.

Есть у такого типа приёмников и недостатки, основным из которых является наличие двух полос приёма. Кроме того, при преобразовании высокой частоты непосредственно в звуковую, труднее получить низкий коэффициент шума смесителя и высокую чувствительность всего приёмника. Имеется и несколько большая подверженность различного рода помехам и наводкам, в частности, сильнее, чем в супергетеродине сказываются перекрёстные помехи от мощных станций, прослеживаются повышенные наводки переменного тока. Кроме того, если гетеродин работает на основной частоте приёма, то его сигнал может просачиваться в антенну и излучаться в эфир.

Вот эти недостатки я и попробовал устранить (или уменьшить) в предложенной для повторения конструкции. Причём предпринята попытка перенести часть усиления схемы на область высоких частот (за отсутствием промежуточных ступеней усиления в данном типе приёмника). В результате чувствительность оказалась не хуже 0,5 мкВ, не уступая в этом плане трансиверу UW3DI-II.

В приёмнике в качестве УВЧ применён усилитель с улучшенной симметрией, охваченный системой АРУ, перед УЗЧ применены LC-фильтр НЧ, активный фильтр в предварительном каскаде УНЧ (ФВЧ и ФНЧ), а также S-метр.

Приёмник предназначен для работы в любительском диапазоне 80 м, но при небольших изменениях он сможет работать и в диапазоне 160 м. При отсутствии сигнала потребляет ток 28 мА, при максимальном сигнале и максимальной громкости по УЗЧ — около 100 мА, напряжение питания — 12 В. Максимальная выходная мощность УЗЧ — 400 мВт.

Схема приёмника показана на **рис. 1**. Сигнал радиочастоты из антенного гнезда XW1 поступает на перестраиваемый входной контур L1C3C4.1C36 и далее через конденсатор С2 — на затвор транзистора VT1, на котором собран парафазный каскад. Усиление у него несколько меньше единицы, но его задача заключается в другом — не шунтировать входной контур и выдать на выходе два идентичных противофазных сигнала, которые поданы на входы УВЧ с улучшенной симметрией, собранном на транзисторах VT2—VT5. Данный усилитель имеет большой коэффициент усиления (до 6000 по напряжению) и очень устойчив к самовозбуждению. С его выходов усиленные сигналы в противофазе поступают на противоположные плечи кольцевого диодного смесителя VD1—VD4. Сюда же через резисторы R13, R14 подаётся сигнал ГПД с диапазоном перестройки 1,75...1,9 МГц

(вдвое ниже частоты приёма). Сам ГПД выполнен на транзисторе VT12 по схеме ёмкостной трёхточки. На транзисторе VT13 выполнен буферный усилитель сигнала ГПД. На его выходе (в точке соединения элементов C34, R13 и R14) присутствует сигнал синусоидальной формы амплитудой около 1,5 В.

VT11, выполненный по последовательно-параллельной схеме, и далее — на динамическую головку BA1, а также выпрямитель системы АРУ, собранный на элементах VD7, VD8 и C26, с которого постоянное напряжение через ФНЧ R4C5R1 поступает в цепь затвора VT1, а через резистор R32 — на S-метр — микроамперметр PA1.

ностью 0,5...1 Вт с таким же сопротивлением. Катушка L1 намотана на пластмассовом каркасе диаметром 7 мм проводом ПЭЛ 0,16, число витков — 52, тип намотки — виток к витку, подстроечник — из феррита 400НН. Катушка L3 намотана на пластмассовом каркасе диаметром 6 мм проводом ПЭЛШО 0,35 и содержит 36 витков, тип намотки —

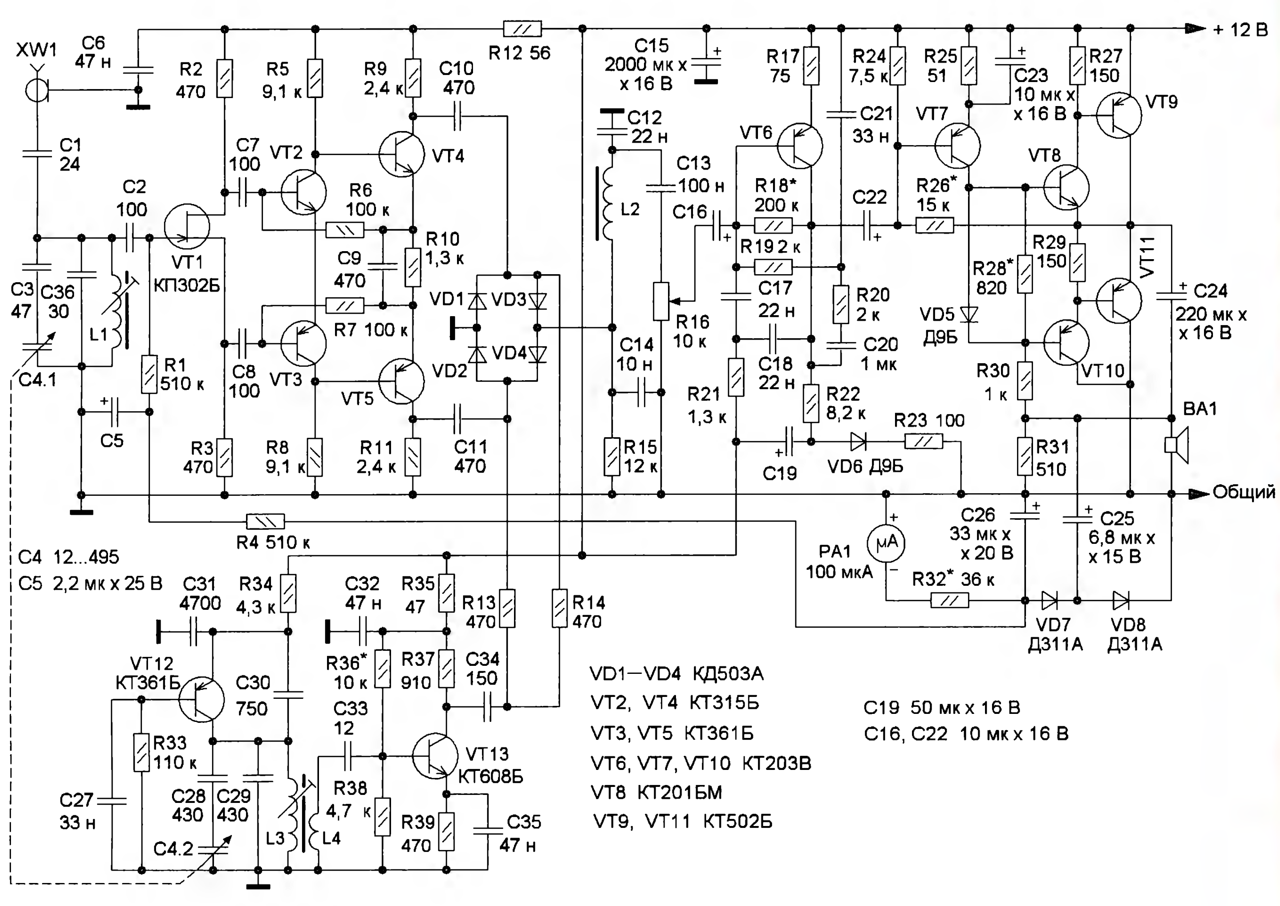


Рис. 1

С выхода кольцевого диодного смесителя сигнал ЗЧ поступает на П-образный ФНЧ L2C14C12 с частотой среза 3 кГц. Громкость ЗЧ-сигнала регулируют переменным резистором R16, и далее сигнал подаётся на вход предварительного УЗЧ-активного фильтра, выполненного на транзисторе VT6. В этом каскаде в качестве цепей обратной связи использованы два Т-образных фильтра, первый — ФНЧ с частотой среза 200 Гц (R19R20C21), второй — ФВЧ с частотой среза 3 кГц (C17C18R21). Оба эти фильтра совместно формируют АЧХ каскада с полосой пропускания 0,2...3 кГц. Конденсатор C20 осуществляет развязку базовой и коллекторной цепей по постоянному току (чтобы не шунтировать R18), позволяя подборкой резистора R18 устанавливать требуемый режим работы транзистора VT6. Элементы C19, VD6 и R23 обеспечивают развязку по питанию.

С коллектора VT6 сигнал поступает на основной УЗЧ на транзисторах VT7—

Печатная плата приёмника односторонняя, она изготовлена из стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, её чертёж и схема размещения на ней элементов показаны на **рис. 2**.

В приёмнике можно применить постоянные резисторы МЛТ, С2-23, переменный — СП4-1, СПО, оксидные конденсаторы — серий К53-4, К53-14, К50 с односторонним и двухсторонним расположением выводов, конденсатор переменной ёмкости (12...495 пФ) — сдвоенный с воздушным диэлектриком от ламповых приёмников, остальные — серий КТ, КМ, К10-7а, К73. Транзистор КП302Б можно заменить транзистором КП302В, КП303Е, КП307А. Транзисторы в УВЧ желательно подобрать с близкими коэффициентами передачи тока базы. Диоды Д311 можно заменить диодами серии Д312 с любым буквенным индексом. В УЗЧ применена динамическая головка 3ГДШ-8-8 с сопротивлением звуковой катушки 8 Ом, но подойдёт любая малогабаритная мощ-

виток к витку. Катушка L4 намотана поверх L3 тем же проводом и содержит 15 витков. В качестве дросселя L2 можно использовать половину входной обмотки выходного трансформатора от УЗЧ карманного транзисторного приёмника (индуктивность — 100 мГн), его также можно намотать на кольцевом магнитопроводе К18×8×5 из феррита 2000НН (250 витков провода ПЭЛШО 0,1...0,15) или на магнитопроводе К10×7×5 (300 витков того же провода), в крайнем случае этот дроссель можно заменить резистором сопротивлением 1...1,3 кОм.

Настройку приёмника начинают с проверки отсутствия КЗ по цепям питания до включения. При отсутствии такового или после его устранения на приёмник подают питание и проверяют режимы каскадов по постоянному току. В УЗЧ подборкой резистора R26 (на время настройки его заменяют переменным резистором) в точке соединения коллектора транзистора VT9

и эмиттера VT11 устанавливают напряжение, равное половине напряжения питания. Подборкой резистора R28 устанавливают ток покоя оконечных транзисторов УЗЧ (измеряют в цепи эмиттера VT9) в пределах 3...5 мА. Настройка УВЧ по постоянному току в авторском варианте не потребовалась.

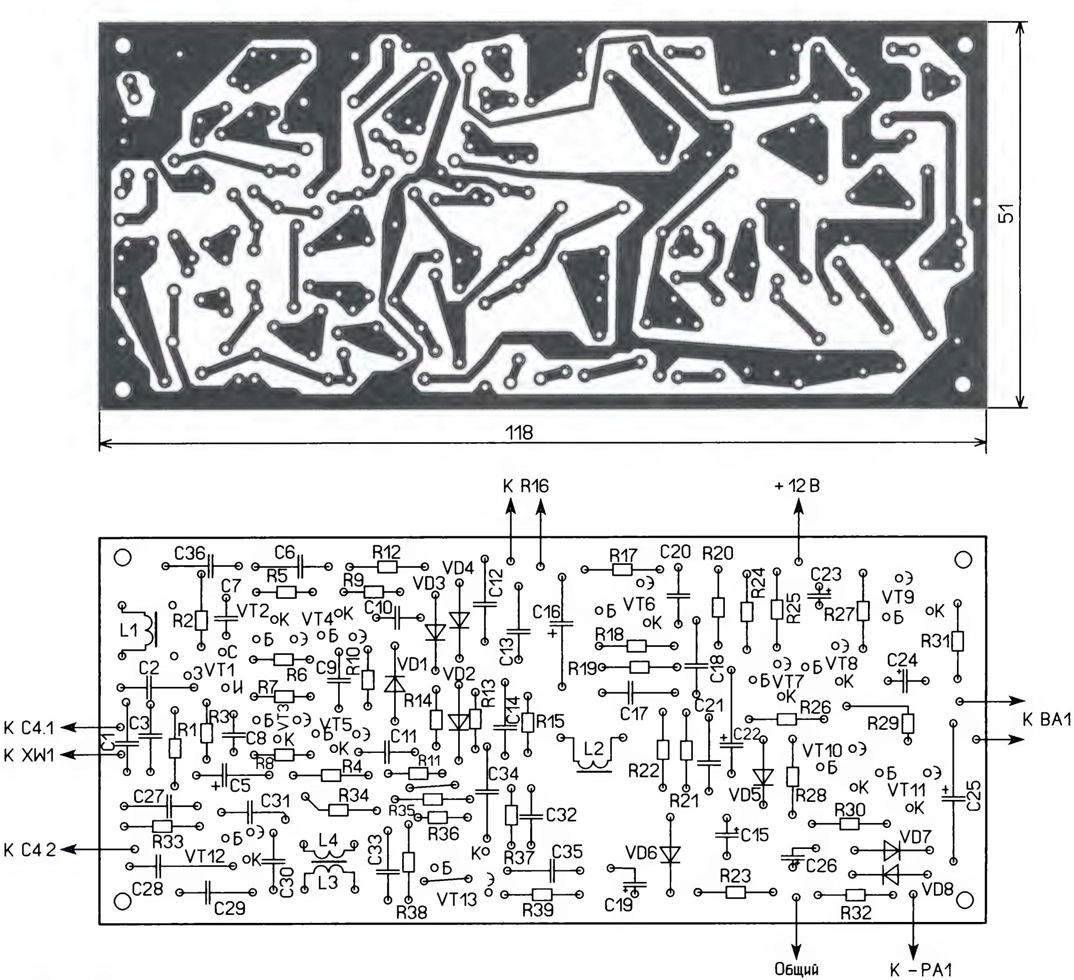


Рис. 2

В точке соединения элементов R13, R14, C34 с помощью осциллографа проверяют наличие переменного напряжения частотой 1,75...1,9 МГц, его амплитуда должна быть около 1,5 В. Подборкой резистора R36 добиваются синусоидального сигнала с минимальными искажениями. Диапазон перестройки по частоте устанавливают подборкой конденсаторов C28 и C29, предварительно установив подстроечник катушки L3 в среднее положение.

Затем подстроечник катушки L1 устанавливают в среднее положение и подают на гнездо XW1 сигнал с центральной частотой диапазона 80 м. Подборкой конденсаторов C3 и C36 добиваются сопряжения входного контура с контуром ГПД. Для более точной настройки используют подстроечники катушек L1 и L3. Следует уточнить положение подстроечника катушки L1 и после подключения реальной антенны (критерий — максимум усиления). После этого проверяют правильность сопряжения контуров в крайних положениях конденсатора C4, для этого вращают подстроечник катушки L1 относительно настроенного положения при двух положениях переменного конденсатора, сигнал приёма должен уменьшаться в обе стороны при обоих его положениях (максимальной и минимальной ёмкости).

Подборкой конденсаторов C17, C18 можно изменить верхнюю частоту полосы пропускания активного фильтра, при этом ёмкость этих конденсаторов должна быть одинаковой. Нижнюю частоту полосы пропускания можно изменить подборкой конденсатора C21. Критерий этого налаживания — наилучше качество принимаемого сигнала при минимуме шумов.

Отклонение стрелки S-метра проверяют, подав на вход приёмника сигнал с уровнем S9+40 (5 мВ). Подборкой резистора R32 устанавливают стрелку микроамперметра на максимальное деление шкалы. При желании можно отградуировать шкалу S-метра. В заключение измеряют потребляемый приёмником ток при отсутствии сигнала и при его максимуме.

Приёмник легко перестроить на диапазон 160 м. Для этого конденсатор C30 должен иметь ёмкость 330 пФ, при этом диапазон перестройки ГПД расширится и сместится — 1,83... МГц с небольшим запасом по краям (около 20 кГц). Номинал конденсатора C36 должен быть 270 пФ, а C3 — 62 пФ. Эти рекомендации даны исходя из авторского варианта, но при этом следует учесть, что на диапазоне 80 м использовалась антенна "треугольник", а на 160 м — "Инвертор-V" с загнутыми концами, поэтому сопряжение входного и гетеродинного контуров на этом диапазоне следует произвести в обязательном порядке. Несмотря на то что ГПД будет в этом случае работать на частоте приёма, просачиванию его сигнала в антенну препятствует "внушительный" по количеству каскадов УВЧ.

__От редакции.__ Файл печатной платы в формате SprintLayout находится по адресу __ftp://ftp.radio/ru/pub/2018/03/receiver.zip__ на нашем FTP-сервере.

RGB куб 5×5×5 на Arduino Uno

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

В продолжение темы светодиодных кубов хочу предложить конструкцию многоцветного светодиодного куба (**рис. 1**) на базе модулей с так называемой пиксельной адресацией. Основа этих модулей — светодиод WS2812B в корпусе типоразмера 5050. Такой светодиод содержит три светодиодных кристалла (красный, зелёный и синий), а также управляющий ими ШИ-драйвер, регулирующий их яркость. Благодаря этому с помощью специальных команд можно получить произвольный цвет свечения, плавно изменять яркость, а также управлять отдельно взятым светодиодом (пикселем) в кубе.

Кроме двух выводов питания, этот светодиод имеет управляющий вход, на который поступает сигнал управления, а также выход, который подключают ко входу следующего светодиода. Поэтому светодиоды подключают последовательно друг за другом. Команды управления светодиодом передаются пачками по 24 бита или три байта, по одному на каждый цвет. Каждый разряд данных передаётся в виде отдельного импульса высокого уровня, длительность которого кодирует передаваемое значение. Импульс длительностью 0,4 мкс передаёт значение 0, а 0,85 мкс — значение 1. Длительность передачи одного разряда — 1,25 мкс, т. е. скорость передачи — 800 кбит/с. Иначе говоря, для куба из 125 пикселей время полного обновления составит около 3,75 мс, т. е. теоретически возможно обновление до 200 раз в секунду. Информация передаётся от старшего разряда к младшему. Получив 24 разряда на входе, светодиод начинает светить заданным цветом, а все последующие разряды данных транслирует на выход, передавая их следующему светодиоду. Сигналом сброса и началом нового цикла пере-

Рис. 3

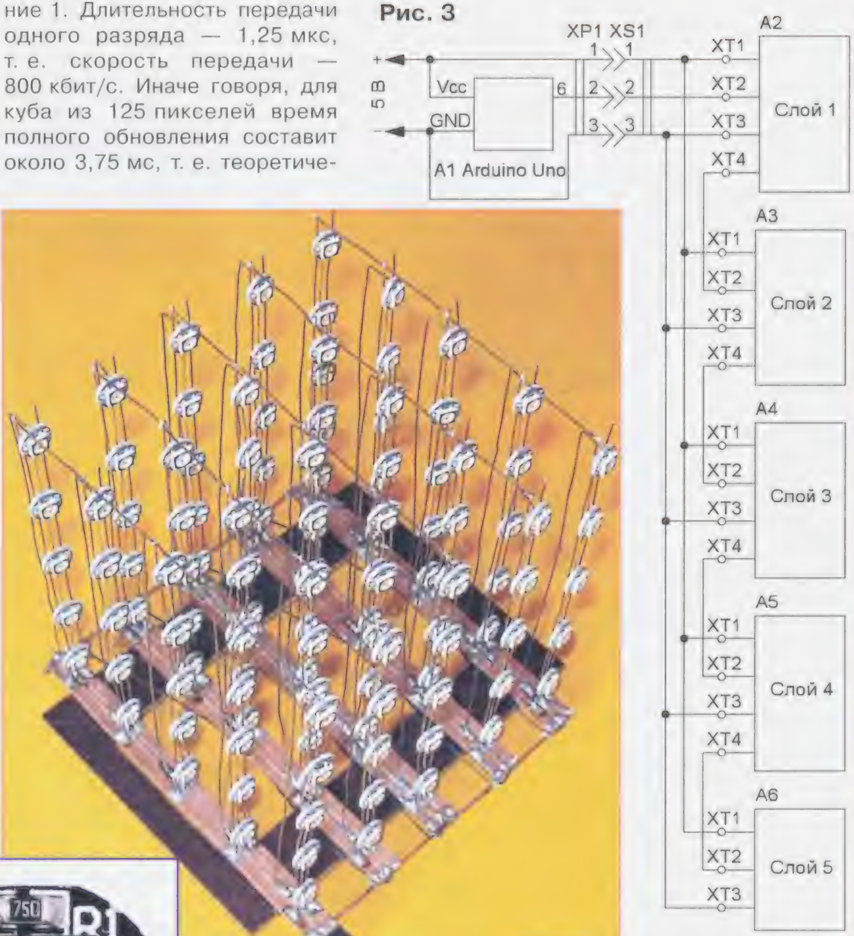


Рис. 1

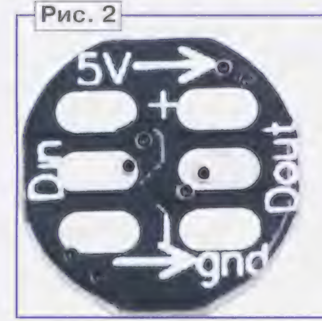




Рис. 2

дачи информации считается наличие низкого уровня на линии в течение 50 мкс. Пауза продолжительностью более 100 мкс воспринимается как окончание передачи. У светодиода WS2812B есть особенность — сначала передаётся разряд зелёной компоненты цвета, затем — красной, в конце — синей, в отличие от аналогичных "умных" светодиодов, где сначала идёт красный, затем зелёный и в конце синий.

На **рис. 2** изображён светодиодный модуль, в количестве 125 шт. применённый в устройстве. Модуль содержит светодиод и два элемента для поверхностного монтажа — резистор и конденсатор. Схема куба показана на **рис. 3**. Конструктивно в него входят плата Arduino Uno и пять слоёв (по 25 светодиодов в каждом), которые включены последовательно.

Схемы одного слоя и светодиодного модуля показаны на **рис. 4**. В каждом слое модули также соединены последовательно. Сигнал с вывода 6 платы Arduino Uno поступает на вход Din первого модуля и далее по цепочке. При этом микросхема первого светодиода (пикселя) "забирает" себе первые три байта, "производит подготовку" заданного цвета в соответствии с содержимым, а остальной поток через выход Dout пропускает к следующим пикселям, где происходят аналогичная "выборка" и дальнейшая передача от пикселя к пикселю до тех пор, пока в потоке не возникает временная пауза.

Рис. 4

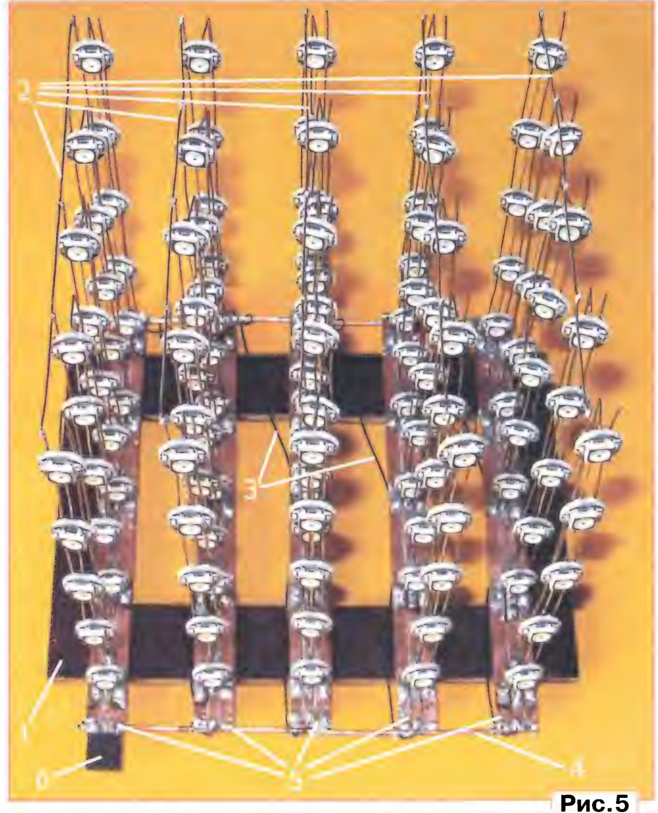


Рис.5

Конструкцию куба поясняет **рис. 5**. Он смонтирован на раме-основании 1, изготовленной из текстолита или пластмассы толщиной 2...3 мм. Внешние размеры рамы — 95×130 мм, внутренние — 53×110 мм. Каждый слой собран на планке-плате 5. Она изготовлена из двухсторонне фольгированного стеклотекстолита размерами 10×120 мм и толщиной 1,5 мм. Планку после сборки каждого слоя приклеивают к основанию 1 "секундным" клеем. К контактным площадкам планки припаяны столбик пикселей (по 5 шт. светодиодов в каждом). Столбики сверху скреплены между собой пайкой с помощью отрезков стальной проволоки 2. Планки дополнительно соединены между собой отрезками медной проволоки 4 на передней и задней сторонах куба. Управляющие сигналы от слоя к слою проходят через тонкие проводники 3 (их 4 шт.), проложенные между слоями. Трёхконтактное гнездо 6 обеспечивает соединение куба с платой Arduino Uno и источником питающего напряжения. Он также служит своего рода началом отсчёта пикселей всего куба, задавая координаты ближайшего как (0,0,0). От него можно вести отсчёт номера

пикселя в столбике (считая вверх от 0 до 4), а в слое — номера столбика (считая вглубь от 0 до 4) и номера слоя в кубе (считая вправо от 0 до 4). Таким образом, пиксель последний в цепочке под номером 124 (счёт идёт от 0) имеет координаты (4,4,4).

Изготовление куба начинают с изготовления 25 столбиков (**рис. 6**). Размеры каждого столбика должны быть равны размерам планки-платы. Механическую прочность столбика обеспечивает пара отрезков стальной проволоки диаметром 0,5 мм, которые одновременно являются линиями питания для модулей. Для монтажа столбика удобно воспользоваться самодельным приспособлением (**рис. 7**), которое состоит из текстолитовой С-образной пластины 1 и деревянного бруска 2. Пластина прикручена под шайбы к нему парой винтов-саморезов 5. В боковую поверхность бруска вбиты два гвоздя 3 длиной 25...35 мм. Их шляпки должны выступать на 2...3 мм над поверхностью бруска. Вдоль пластины на расстоянии 25 мм сделаны метки-прорези 6. По ним располагают модули на проволоке. На краях пластины просверлены сквозные отверстия 4, по два с каждой стороны. Расстояние между соседними отверстиями — 5 мм, между парами — 135 мм. В отверстия (слева снизу) вставляют концы двух отрезков проволоки длиной 33...35 см. Их изгибают вправо, затем концы изгибают и вставляют в правую пару отверстий. С помощью пассатижей отрезки натягивают, и они выравнивается "в струнку". Концы навивают на шляпки гвоздей 3. Затем с помощью паяльного флюса "Прима 2" производят монтаж светодиодных модулей. Соединения между контактами Din и Dout соседних модулей удобнее делать тонким медным лужёным проводом. Входной вывод Din столбика изготовлен из отрезка канцелярской скобки от степлера. После монтажа всех соединений столбик кусачками "выкусывают" из С-образной пластины и, если нужно, пальцами выравнивают его в линию.

После сборки всех столбиков приступают к сборке слоёв. Предварительно надо изготовить планку-плату, чертёж которой показан на **рис. 8**. Со стороны печатных проводников в отверстия вставляют выводы каждого столбика (монтируют слева направо) и припаивают их к медным проводникам. При пайке следует устанавливать прямой угол между плоскостью планки и линией столбика с помощью угольника. Далее, для придания слою жёсткости, сверху (по минусовой линии питания) столбики соединяют отрезком стальной проволоки длиной 10 см, проводя пайку через каждые 25 мм (см. рис. 6). Затем с помощью С-образных стальных перемычек (на каждый слой их нужно 5 шт., кроме последнего, там 4 шт.) производят соединение выхода Dout верхнего пикселя одного столбика с входом нижнего пикселя Din соседнего столбика.

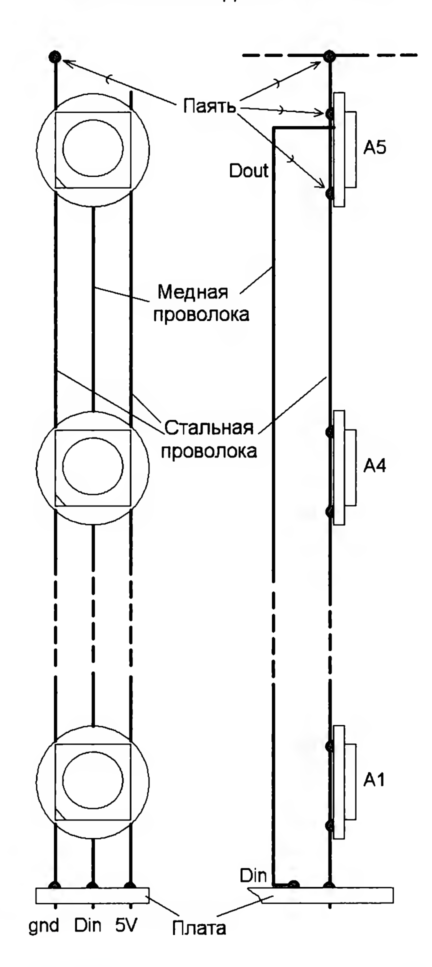


Рис. 6

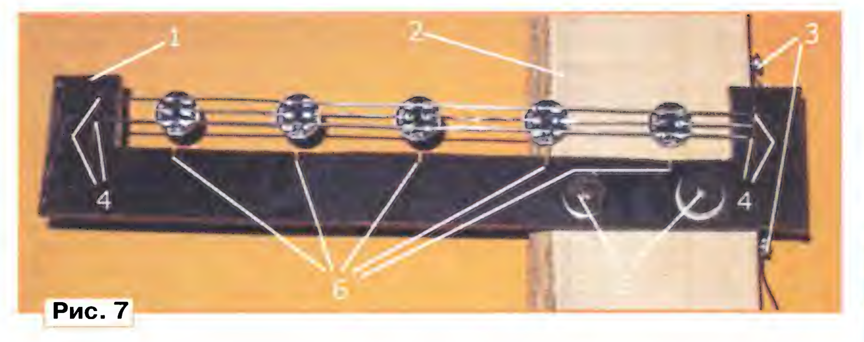


Рис. 7

Готовые слои крепят к основанию через 25 мм с помощью "секундного клея", приклеивая плоскость планки к плоскости рамки. После крепления слоёв куба остаётся соединить их по цепям питания и сигнала. По краям планок, с их оборотной стороны, припаиваем шины питания — отрезки медной проволоки длиной 100 мм и диаметром 1...1,5 мм (элемент 4 на рис. 5) — к контактной дорожке на каждой планке. Отрезком гибкого провода соединяем сигнальный выход одного слоя с сигнальным входом соседнего слоя (элемент 3 на рис. 5).

Снизу к основанию желательно приклеить опорные ножки, например, деревянные брусочки длиной 90 мм и сечением 4×4 мм. Контактные дорожки питания с общими шинами питания удобнее соединить тонкими проволочными перемычками в соответствующих уголках планок. На рис. 5 для минусовой шины — это левые ближние уголки, для плюсовой — дальние правые уголки. Вот и всё, конструкция куба готова.

Управление работой куба, в авторском варианте, осуществляется с помощью специализированной библиотеки **Adafruit NeoPixel**. Она резервирует для своей работы память контроллера, точнее 3 байта на каждый пиксель. Таким образом, подключить к Arduino Uno можно не более 600 пикселей. То есть можно реализовать куб с числом пикселей в ребре не более восьми. После подключения библиотеки с помощью команды **Adafruit_NeoPixel strip1 = Adafruit_NeoPixel(LED_COUNT1, LED_PIN1, NEO_GRB + NEO_KHZ800);** мы объявляем объект класса strip1 для управления пикселями. Здесь в роли аргументов **LED_COUNT1** — объявленная константа для числа подключённых пикселей, их у нас 125; **LED_PIN1** — название номера вывода платы Arduino Uno, по которому осуществляется управление пикселями. У нас это вывод с номером 6. Аргумент **NEO_GRB + NEO_KHZ800** задаёт частоту для управляющих сигналов — 800 кГц и порядок следования цветов в них. Функция **strip1.begin();** в части программы void setup() инициализирует ленту пикселей. Двумя основными функциями управления в наших примерах являются функции **strip1.setPixelColor(N, strip1.Color(G,R,B));** и **strip1.show();**. Первая передаёт на пиксель под номером N (от 0 до 124) информацию о яркости свечения зелёного, красного и синего кристаллов пикселя, закодированную в числах

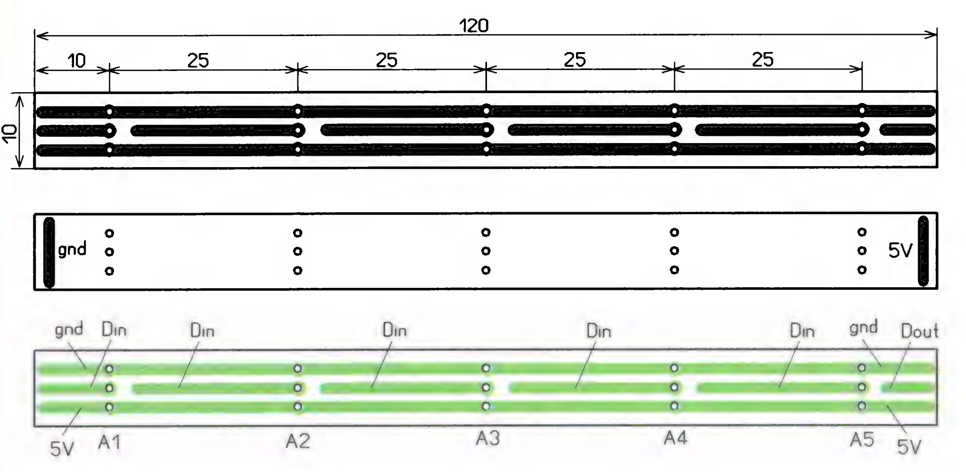


Рис. 8

а x,y,z — их координаты. Их значения в круглых скобках можно задавать произвольным образом.

Питают устройство от внешнего источника напряжением 5 В. Потребляемый ток сильно зависит от яркости пикселя, выставляемой программно. Если в скетче в числах из максимально допустимых 255 выставлять не более 5...10 на каждый пиксель, то питать куб можно от платы Arduino Uno, например, через USB-разъём ноутбука. Иначе потребуется более мощный источник питания из расчёта не менее 50 мА на один модуль.

от 0 (цвет выключен) до 255 (максимум свечения цвета). А вторая — обновляет данные непосредственно на нём, включая его свечение с заданным цветом и яркостью. Поэтому, чтобы включить первый пиксель синим цветом на самой малой яркости, а потом выключить через секунду, надо написать такую командную строчку:

strip1.setPixelColor(0, strip1.Color (0,0,1)); strip1.show();delay(1000); strip1.setPixelColor(0, strip1.Color(0,0,0)); strip1.show();.

Конечно, управлять пикселями куба по их порядковым номерам неудобно, поэтому рационально сделать

N=(x)+k*(y)+k*k*(z),

где k=5 — число пикселей в ребре куба,

От редакции*. Несколько примеров скетчей-программ переключений куба для Arduino Uno и демонстрационный ролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/03/cubRGB.zip*** *на нашем FTP-сервере.*



Об устройстве для обучения попугая было рассказано в [1]. Но не все питомцы проявляют способности и некоторых научить так и не получается.

Чтобы птица не заскучала в одиночестве, пока её хозяева находятся на работе, можно сделать устройство, описание которого приводится далее. Оно автоматически записывает и затем воспроизводит произнесённые перед ним слова или другие звуки, т. е. выполняет функцию собеседника или "попугая". Использовать его можно как звуковой "повторитель", встроив его в какую-либо игрушку и применив батарейное питание.

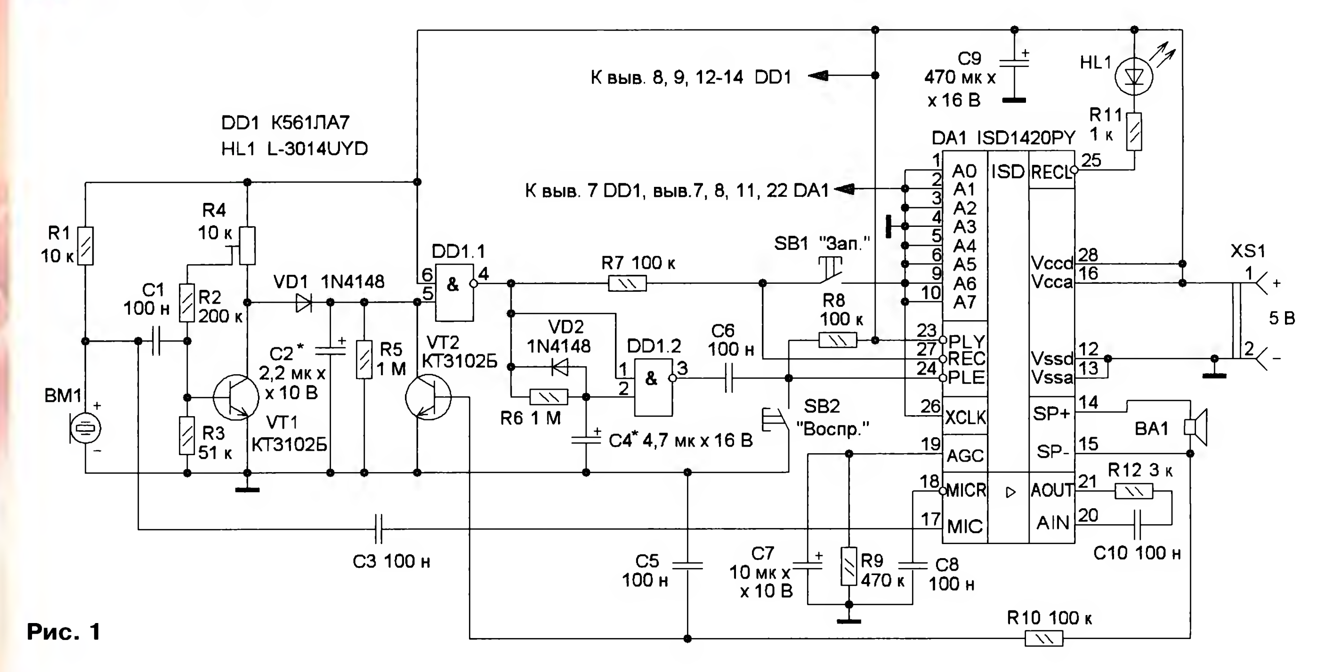
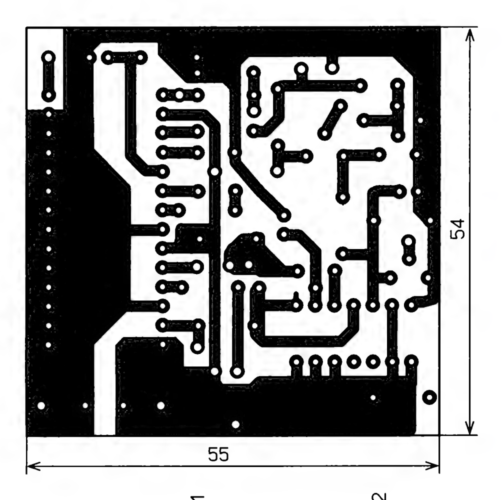
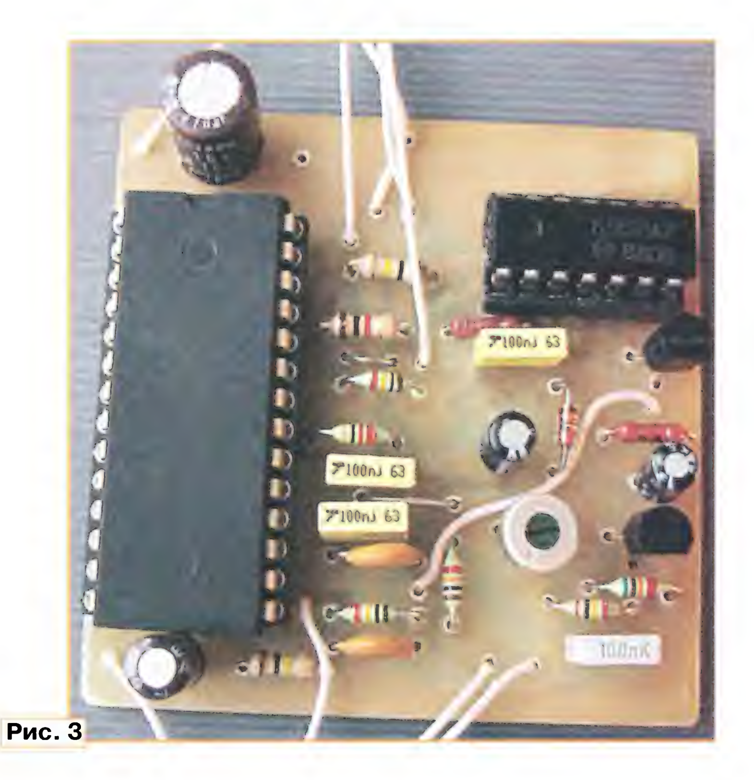


Рис. 1




Рис. 3

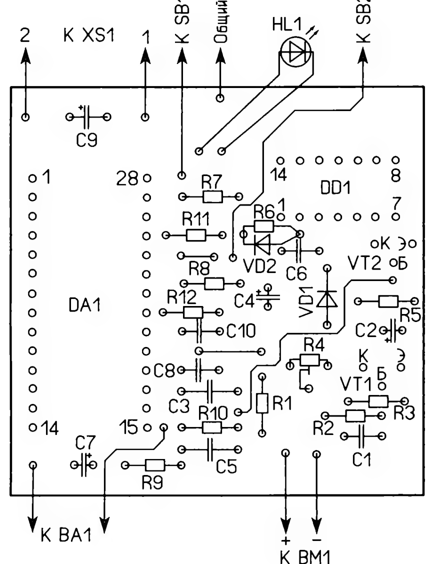


Рис. 2

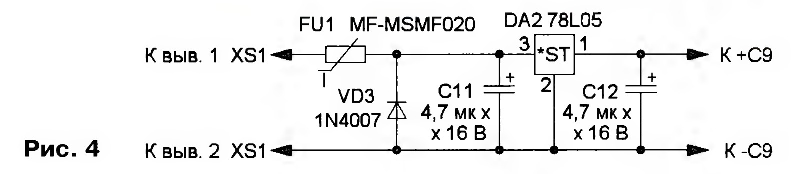


Рис. 4

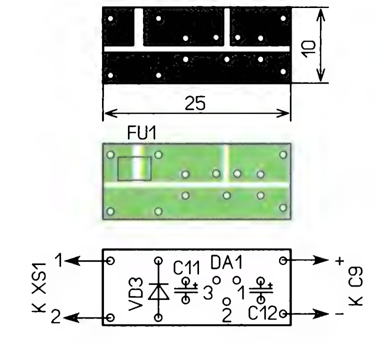


Рис. 5

Схема устройства показана на **рис. 1**. Его основа — микросхема "цифрового магнитофона" ISD1420PY (DA1), которая представляет собой однокристальное устройство записи/воспроизведения голосовых сообщений продолжительностью 20 с. Более подробное описание микросхемы можно найти в [1] и [2]. На транзисторе VT1 собран микрофонный усилитель, на диоде VD1 и конденсаторе C2 — детектор звукового сигнала. Логические элементы DD1.1 и DD1.2 выполняют свои прямые функции. Транзистор VT2 — электронный ключ. Светодиод HL1 индицирует режимы работы микросхемы DA1.

Для записи сообщения надо подать низкий логический уровень на вход REC (вывод 27) микросхемы DA1. Пока присутствует этот уровень, происходит запись, но её продолжительность ограничена — не более 20 с (для ISD1420). В это время включается и постоянно светит светодиод HL1. Для запуска воспроизведения надо кратковременно подать низкий уровень на вход PLE (вывод 24) микросхемы DA1, по окончании цикла воспроизведения кратковременно вспыхивает светодиод HL1. Сигнал записи имеет приоритет перед сигналом воспроизведения.

Работает устройство следующим образом. В исходном состоянии напряжение на выходе детектора (на конденсаторе C2) соответствует низкому логическому уровню, поэтому на выходе элемента DD1.1 высокий уровень, который через резистор R7 поступает на вход REC микросхемы DA1, поэтому записи сигналов не происходит. Конденсатор C4 заряжается через резистор R6, поэтому на входах элемента DD1.2 высокий уровень, а на его выходе — низкий. Конденсатор C6 заряжается через резистор R8, поэтому на входе PLE микросхемы DA1 высокий уровень и воспроизведения записанных сигналов нет. В таком состоянии основные узлы микросхемы DA1 обесточены, и она практически не потребляет ток.

При произнесении слов или других звуков перед микрофоном BM1 его сигнал усиливает микрофонный усилитель, а уже усиленный сигнал выпрямляет диод VD1, и напряжение на конденсаторе C2 увеличивается. Когда оно превысит значение высокого логического уровня, на выходе элемента DD1.1 появится низкий уровень, он поступит на вход REC микросхемы DA1, и она перейдёт в режим записи и включится светодиод HL1. В это время конденсатор C4 быстро разрядится через диод VD2, и на выходе элемента DD1.2 будет высокий уровень. Сигнал с выхода микрофона BM1 через конденсатор C3 поступит на микрофонный вход микросхемы DA1. Именно этот сигнал и будет записан.

По окончании звуковых сигналов конденсатор C2 разрядится через резистор R5 до низкого логического уровня, на выходе элемента DD1.1 появится высокий уровень, запись закончится, а светодиод погаснет. Но конденсатор C4 пока разряжен, и на выходе элемента DD1.2 присутствует высокий уровень, поэтому воспроизведения не будет. Через несколько секунд конденсатор C4 зарядится и на выходе этого элемента высокий уровень сменится низким, который через конденсатор C6 кратковременно поступит на вход PLE микросхемы DA1, запустив режим воспроизведения. В этом режиме на выходе SP− (и на выходе SP+) микросхемы DA1 появится постоянное напряжение около 2,5 В, которое через фильтр R10C5 поступит на базу транзистора VT2, и он откроется. В результате конденсатор C2 разрядится, на выходе элемента DD1.1 будет высокий логический уровень, поэтому запись будет заблокирована. По окончании воспроизведения устройство возвращается в исходное состояние. Если звуковой сигнал непрерывный и продолжительный (более 20 с), будет записан фрагмент длительностью 20 с, а воспроизведение включится только после окончания сигнала.



Рис. 6



Рис. 7

Кнопки SB1 и SB2 предназначены для ручного управления записью и воспроизведением соответственно. Подстроечным резистором R4 устанавливают чувствительность устройства. При вращении его движка изменяется постоянное напряжение на коллекторе транзистора VT1 и соответственно на конденсаторе C2.

Большинство деталей размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**. Кнопки, микрофон, светодиод и динамическая головка установлены на передней панели корпуса устройства, гнездо XS1 — на боковой стенке.

Применены постоянные резисторы Р1-4, С2-23, МЛТ, подстроечный — СП3-19 или любой малогабаритный. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные конденсаторы — керамические или плёночные. Без изменения схемы микросхему ISD1420PY можно заменить микросхемой ISD1416PY, но максимальная длительность записываемого сигнала сократится до 16 с. Для установки этой микросхемы желательно применить панель. Транзисторы можно применить любые из серии КТ3102. Светодиод — маломощный повышенной яркости любого цвета свечения с диаметром корпуса 3...5 мм. Микрофон — электретный CZN-15E или аналогичный, подойдёт, например, микрофон от сотового телефона. Кнопки — малогабаритные тактовые, например TC-0409, гнездо для подключения источника питания также может быть любым малогабаритным. Выключателя питания нет, поэтому выключают устройство, вынув вилку источника питания из гнезда XS1. При желании можно установить и выключатель питания — любой малогабаритный. Динамическую головку желательно применить с сопротивлением катушки 16...32 Ом, в крайнем случае — 8 Ом и мощностью до 0,5 Вт.

Питать устройство следует от стабилизированного источника питания напряжением 5 В и током до 100 мА. Поскольку устройство может работать постоянно, желательно применить сетевой блок питания, подойдёт, например, ЗУ от сотового телефона. Если в наличии есть нестабилизированный сетевой блок питания с выходным напряжением 8...12 В, в устройство надо ввести стабилизатор напряжения. Его схема показана на **рис. 4** (нумерация элементов продолжена). Собран он на маломощной микросхеме DA2. Для защиты от неправильной полярности питания служат самовосстанавливающийся предохранитель FU1 и диод VD3. Чертёж платы стабилизатора показан на **рис. 5**. Её можно установить в любом свободном месте корпуса. Применены конденсаторы К50-35 или импортные, предохранитель — для поверхностного монтажа на ток 200...300 мА.

Для размещения элементов устройства использован корпус от карманного радиоприёмника (**рис. 6**). Платы и другие элементы закреплены с помощью термоклея. Внешний вид устройства показан на **рис. 7**. Чтобы случайно не нажать на кнопки SB1 и SB2, они немного "утоплены" в корпусе.

Налаживание сводится к установке чувствительности устройства с помощью резистора R4. Подборкой конденсатора C2 можно изменить время реакции устройства на поступающий сигнал. С увеличением его ёмкости увеличиваются время от появления сигнала до начала его записи и допустимый интервал межу сигналами, при котором запись не прерывается. Время задержки включения воспроизведения можно изменить подборкой резистора R6 и конденсатора C4. Чем больше сопротивление или ёмкость, тем больше задержка.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** "Репетитор" для попугая. — Радио, 2018, № 2, с. 60—62.

2. ISD1420 Datasheet PDF/. — URL: **http://datasheetspdf.com/pdf/261240/ETC/ISD1420/1** (15.01.18).

***От редакции.** Чертежи печатных плат в формате Srint-Layout имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/03/pop.zip** на нашем FTP-сервере.*

Усилитель с USB-питанием для стереотелефонов

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Некоторые компьютерные звуковые платы, как интегрированные, так и дискретные, не рассчитаны на подключение низкоомной нагрузки — головных стереотелефонов, поскольку имеют на выходе разделительные конденсаторы малой ёмкости. Кроме того, уровень сигнала на выходе звуковоспроизводящих устройств может оказаться слишком мал для комфортного прослушивания, эта особенность также свойственна многим мобильным мультимедийным устройствам. В таких случаях целесообразно использовать несложный стереоусилитель, который можно подключить между выходом звуковоспроизводящего аппарата и головными телефонами.

Основой для конструкции послужил готовый модуль-усилитель ЗЧ от компьютерного CD-ROM привода фирмы Sony выпуска 2001 г. УЗЧ для головных телефонов вместе с органами автоматики и управления был смонтирован на отдельной плате, имеющей маркировку "LTN-556(A)/LTN-526(A)/LTN-486(A)". Из этой платы вырезан фрагмент размерами 34×48 мм, где смонтирован телефонный УЗЧ. Использование почти готового к применению модуля УЗЧ значительно ускоряет и упрощает сборку устройства.

Для автономного использования этого модуля проведена его несложная доработка. Схема доработанного модуля показана на **рис. 1**. Нумерация элементов, установленных на печатную плату изготовителем, начинается с "500", нумерация дополнительно установленных элементов начинается со "100". Перемычки с нулевым сопротивлением на схеме не показаны.

Основа усилителя — популярная интегральная микросхема APA2308, представляющая собой сдвоенный высококачественный низковольтный малошумящий экономичный УЗЧ, предназначенный для использования как усилитель для головных стереотелефонов в компактной аппаратуре. Сигнал ЗЧ подают на штекер XP2. Далее, через разделительные конденсаторы C102, C103 и фильтры R104C104, R105C105, поступает на сдвоенный регулятор громкости переменный резистор VR501. Наличие в цепи общего провода элементов R100, R101, C101 позволяет подключать это устройство к источнику звукового сигнала в случае, если на выходе мультимедийного аппарата общий провод имеет потенциал относительно минуса питания, например, источник фонограмм, и этот усилитель можно одновременно подключить к общему источнику питания, как, например, в [1], или к компьютеру. Гнездо XS1 (повторитель входа) можно использовать для различных целей.

С подвижных контактов переменного резистора через резисторы R501, R502 звуковой стереосигнал поступает на неинвертирующие входы усилителей U501.1 и U501.2. С их выходов через резисторы R503, R505, разделительные конденсаторы C541, C546 и трёхобмоточный дроссель L101 усиленный сигнал поступает на гнездо XS2, к которому подключают стереотелефоны. Коэффициент усиления по напряжению каждого канала УЗЧ в основном зависит от отношения сопротивления резисторов R513, R514 и R515, R516 и при максимальной громкости составляет около 5,5 (сопротивление нагрузки — 32 Ом). Элементы R503, C543, R505, C547, C548, C549 предотвращают возможное самовозбуждение УЗЧ на ультразвуковых частотах.

В модуле были выполнены следующие доработки. Конденсатор C542 ёмкостью 10 мкФ заменён конденсатором ёмкостью 47 мкФ. Дополнительно установлены резисторы R107, R108. Резисторы R503 и R505 сопротивлением по 22 Ом заменены резисторами сопротивлением 4,7 Ом. Конденсаторы C543 и C547 ёмкостью по 2000 пФ заменены конденсаторами ёмкостью 0,1 мкФ. Резисторы R514 и R516 сопротивлением 100 кОм заменены резисторами сопротивлением 5,1 кОм, эти резисторы отсоединены от общего провода и подключены с помощью монтажных проводов к плюсу конденсатора C542. Гнездо J501 (для подключения головных телефонов) с монтажной платы удалено, и на его место приклеен дроссель L101. Дополнительно установлены конденсаторы C100, C106, дроссель L100, резистор R106 и светодиод HL100.

Вид на плату устройства показан на **рис. 2** и на **рис. 3**. Дополнительно установленные детали смонтированы так, чтобы максимально использовать имею-

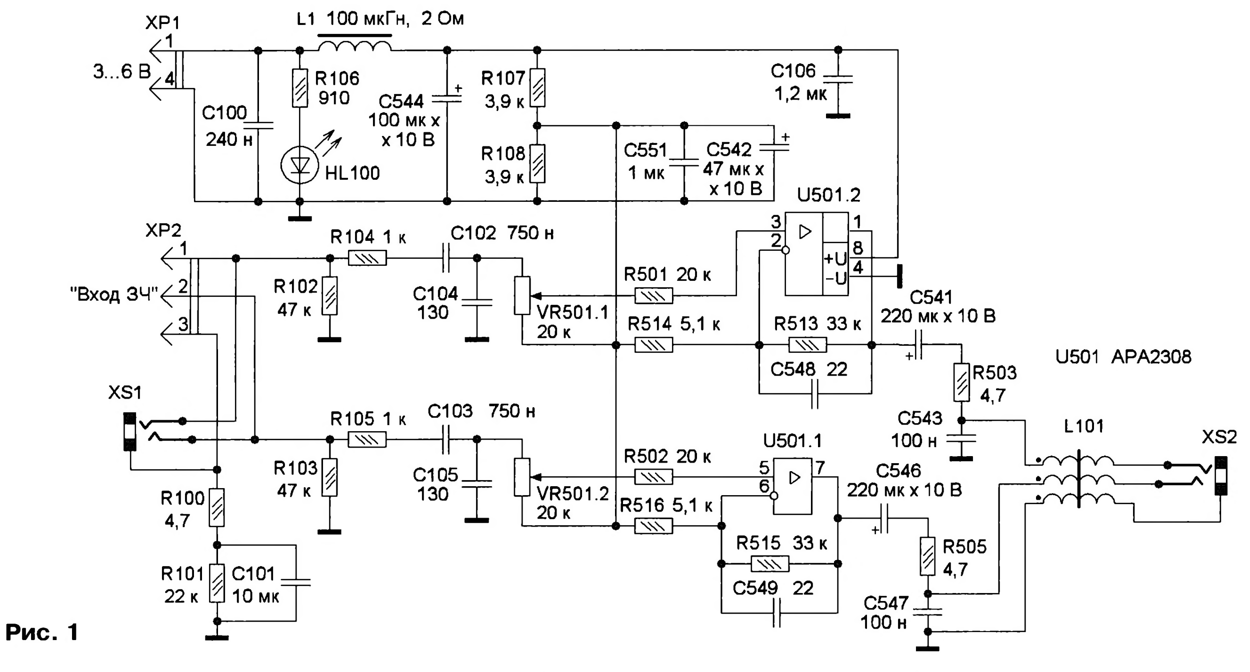


Рис. 1

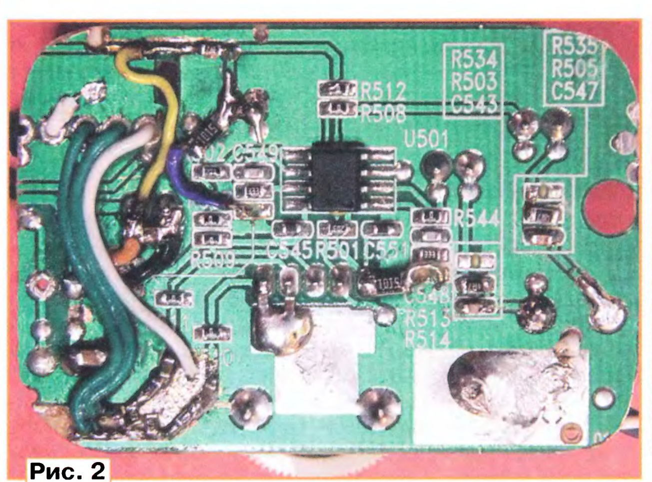


Рис. 2

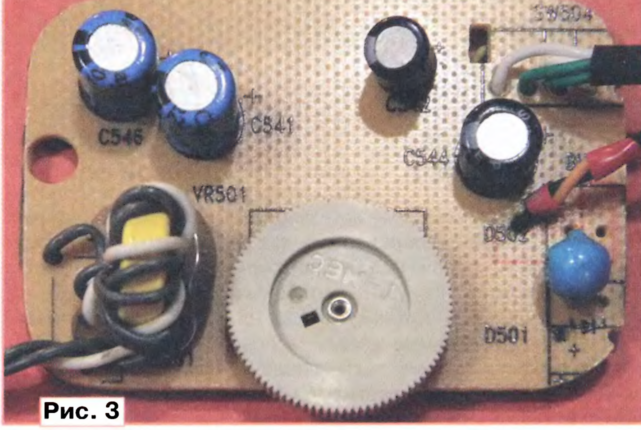


Рис. 3


Рис. 4

Рис. 5

щиеся печатные проводники. Резисторы R100, R101, R106, керамический конденсатор C101 и светодиод HL100 приклеены к верхней крышке корпуса устройства. Остальные дополнительно установленные конденсаторы и резисторы типоразмеров 0402...0805. Тип светодиода неизвестен, он для поверхностного монтажа красного свечения. Рассеиватель для него из красного оргстекла приклеен к верхней крышке с помощью ацетона. Гнёзда XS1 и XS2 приклеены к верхней крышке корпуса клеем 88-НТ и растворённым в ацетоне полистиролом. При самостоятельной сборке усилителя "с нуля" микросхему APA2308 можно заменить не менее популярной микросхемой TL3414A [2]. Дроссель L100 — промышленного изготовления (синяя деталь справа на **рис. 3**), намотанный на Н-образном ферритовом сердечнике, сопротивление обмотки — 1...2 Ом, его индуктивность чем больше, тем лучше. Для дросселя L101 подойдёт кольцевой магнитопровод диаметром 8...12 мм из низкочастотного феррита или пермаллоя, обмотка содержит 3...8 витков сложенного втрое монтажного провода с сечением каждого по меди 0,1 мм^2.

В качестве корпуса для устройства использована пластмассовая розетка размерами 24×42×58 мм для телефонной линии, вид на размещение деталей показан на **рис. 4**, вид устройства в сборе — на **рис. 5**. На верхнюю и нижнюю внутренние стенки корпуса приклеена липкая алюминиевая фольга, которую электрически соединяют с общим проводом, точка подключения — корпус-экран переменного резистора VR501. Провод, идущий от штекера XP2, — экранированный, его длина — 1 м. Провод, идущий к USB-штекеру XP1, должен быть устойчивым к изломам, подойдёт телефонный четырёхжильный, его общее сопротивление — не более 1 Ом.

Безошибочно собранное из исправных деталей устройство начинает работать сразу и не требует налаживания. При напряжении питания 5 В ток покоя — около 7,5 мА, на максимальной громкости и неискажённом выходном сигнале он возрастает до 30 мА (при нагрузке сопротивлением 32 Ом). Через пассивный разветвитель сигнала к выходу (гнездо XS2) можно подключить две пары головных стереотелефонов. В качестве источника питания для этого усилителя можно использовать USB-порт персонального компьютера, ноутбука, планшетного компьютера, зарядное устройство для мобильных аппаратов с выходным напряжением 3...6 В или автономный источник питания. Устройство сохраняет работоспособность при снижении напряжения питания до 1,9 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Импульсный источник питания на базе блока из DVD-проигрывателя. — Радио, 2015, № 11, с. 31.

2. **Бутов А.** Активный разветвитель сигнала для стереотелефонов. — Радио, 2014, № 1, с. 12—14.

Очень холодно... и тебя постоянно кто-то хочет съесть!



Елена АГЕНТОВА,
Михаил КУТЮМОВ (UA1QV),
г. Вологда

(см. статью на с. 49)



Валерий Макаров (UA0ZC).



Юрий Заруба (UA9OBA).



Валерий Нестеров (RA9J).



Даниил Гаврилов, капитан яхты "RUSARC AURORA".



Владимир Коробейников (UA9LDD/N).



Виктор Кузякин (RW0BG).



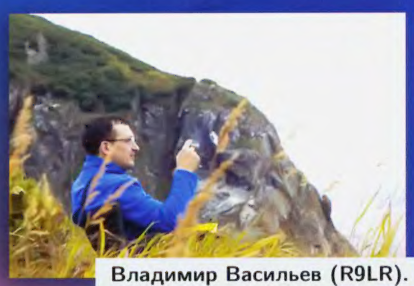
Игорь Знаменский (UA9KDF).



Сергей Надточий (UA9KB).



Владимир Костин, старший помощник яхты "RUSARC AURORA".



Владимир Васильев (R9LR).



Андрей Семешко (RT9K).



Михаил Кутюмов (UA1QV).



Юрий Рябов (UA9LDW).



Артём Русин (UA9KAM).



Андрей Коробейников (UA9LDD).